



BHS II C 43



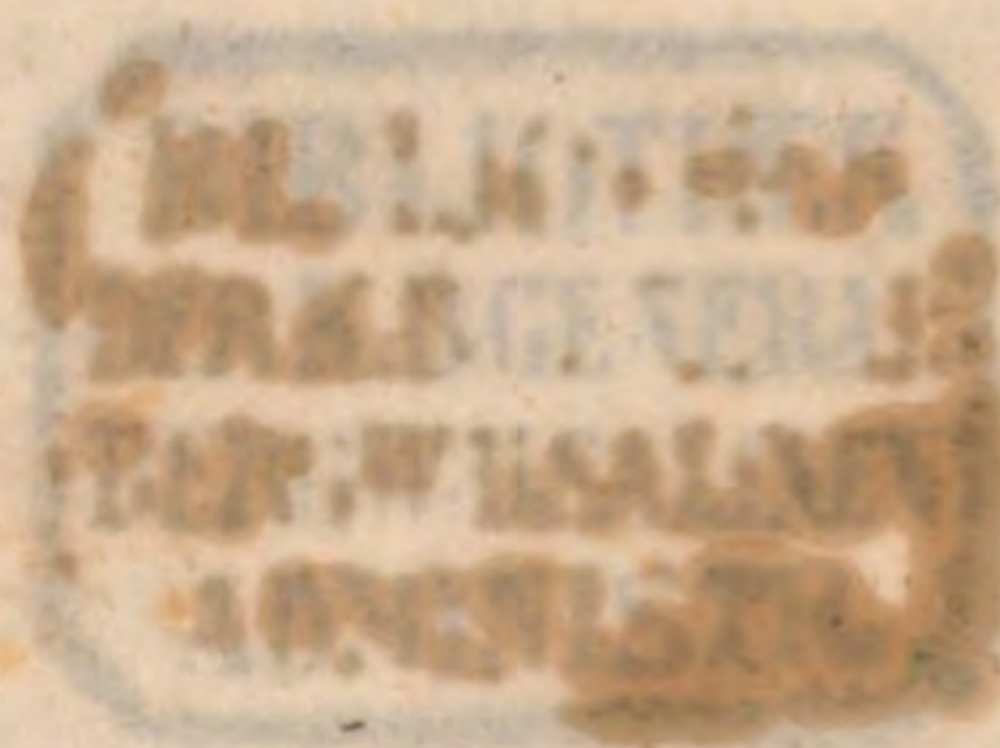
PRAKTISCHE GEOGNOSIE

FÜR

LAND - UND FORSTWIRTHE UND TECHNIKER

VON

B. C O T T A.

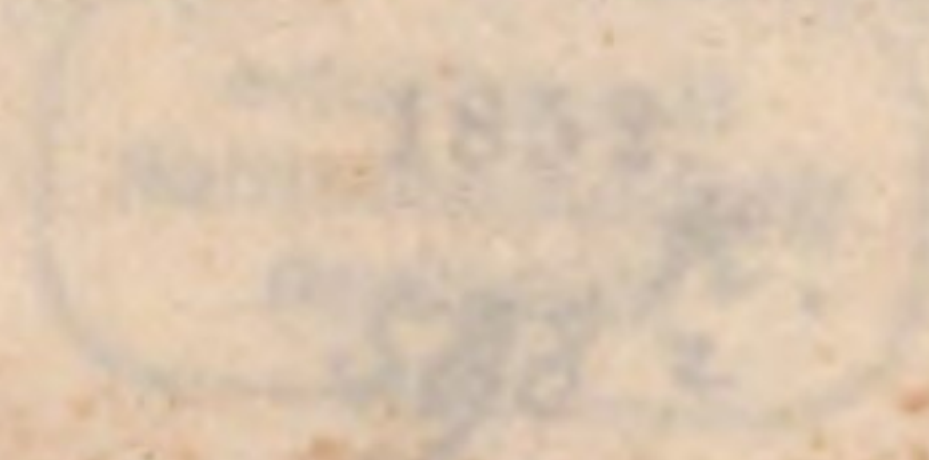


DRESDEN.

ARNOLDISCHE BUCHHANDLUNG

(VERLAGS-CONTO)

598 $\frac{1}{2}$



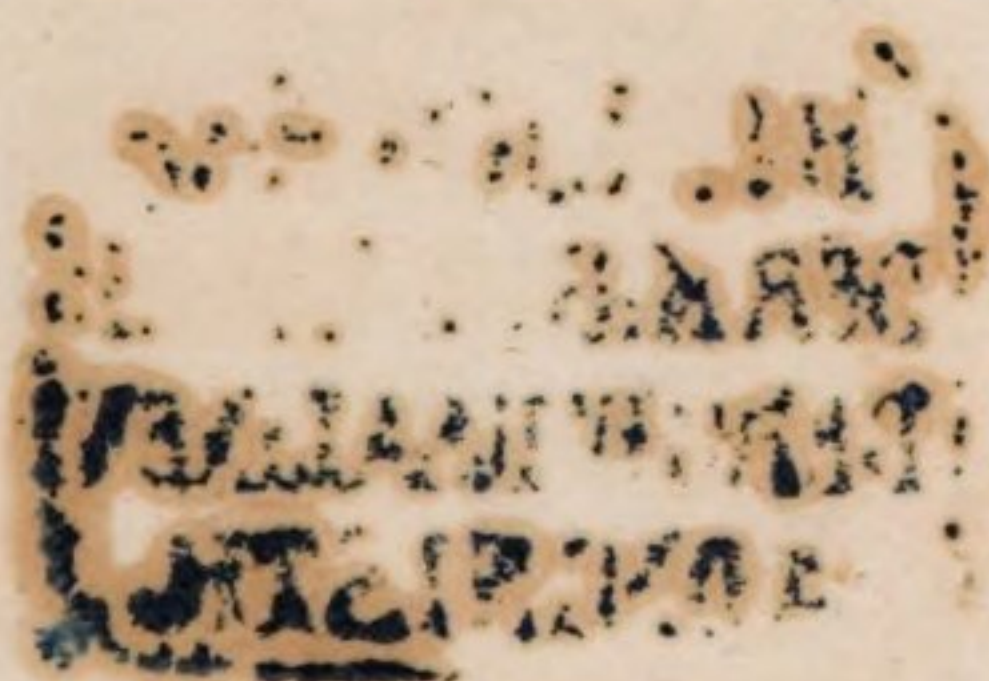
PRÄKTIISCHE GEOGNOSTIE

FÜR

LAND- UND FORSTWIRTHE UND TECHNIKER

VON

H. GOTTA



208
K.

PRAKTISCHE GEOGNOSIE

FÜR

LAND - UND FORSTWIRTHE UND TECHNIKER.

VON

DR. B. COTTA.



DRESDEN,
ARNOLDISCHE BUCHHANDLUNG

(VERLAGS - CONTO).

1852.

5982

PRAKTISCHE GEOGNOSTIE

FÜR

LAND- UND FORSTWIRTHE UND TECHNIKER.

VON

DR. B. COTTAV.



DRESDEN,

ARNOLDISCHE BUCHHANDLUNG

(VERLAGS-LOKAL)

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Mehrfach bin ich aufgefordert worden, von meiner „Anleitung zum Studium der Geognosie und Geologie“, welche besonders für Techniker, Forst- und Landwirthe bestimmt war, eine neue, wenig veränderte, d. h. für denselben Zweck bestimmte Ausgabe zu veranstalten. Ich zögerte, diess zu thun, da mein Beruf mich jener Aufgabe einigermaßen entfremdet und eben dadurch die gänzliche Umgestaltung der späteren Auflagen verursacht hatte. Dennoch sehe ich mich jetzt veranlaßt, jenen wiederholten Aufforderungen nachzukommen, aber nicht durch eine neue Auflage, sondern durch ein ganz neues Buch, indem ich diesen kurzen und, wie ich hoffe, praktischen Abriss der Geognosie zu jenem Zweck ausgearbeitet habe, wobei natürlich die frühere Arbeit nicht ganz unbenutzt bleiben konnte.

Dieses Buch steht nicht in der geringsten Concurrenz mit meinem Leitfaden und Vademecum der Geognosie; es ist für Solche bestimmt, die als Techniker, Forst- oder Landwirthe von der Geognosie nur eben so viel kennen lernen wollen, als sie für ihren besonderen Beruf brauchen. Das Vademecum dagegen ist für Alle, welche sich für die Geognosie als solche interessiren, folglich auch für Techniker, Land- oder Forstwirthe, welche ein besonderes Interesse daran nehmen.

Alles, was vorherrschend der physikalischen Geographie, der Geogenie und der Versteinerungslehre angehört, ist hier fast unberücksichtigt geblieben, theils weil es für den besonderen Zweck weniger

wichtig erschien, theils weil es sich für die, welche in diese Gebiete einzudringen wünschen, in anderen Schriften trefflich bearbeitet findet.

Auf die Bodenbildung durch Gesteine ist natürlich besondere Rücksicht genommen, aber man erwarte nicht, eine eigentliche Bodenkunde hier zu finden, am wenigsten einen Nachweis darüber, welche Culturweise für dieses oder jenes Gestein speciell geeignet ist. Ein Nachweis dieser Art läßt sich gar nicht allgemein geben, da die von den Geognosten eingeführten Gesteinsunterschiede für den Agronomen einen höchst ungleichen Werth haben. Solche Belehrung muß sich vielmehr ein Jeder für den besonderen Fall aus der chemischen Untersuchung der Gesteine oder des Bodens selbst ableiten. Die Agriculturchemie ist weit genug vorgeschritten, um zu wissen, welche Bestandtheile und Eigenschaften des Bodens für diesen oder jenen Zweck besonders dienlich oder schädlich sind. Es ist daher nur nöthig, den Agronomen auf die vorherrschenden mineralogischen und chemischen Bestandtheile und Eigenschaften der Gesteine aufmerksam zu machen. Seine Sache ist es dann, diese gehörig auszunutzen. Dagegen habe ich es allerdings als meine Aufgabe betrachtet, über die Lagerungsverhältnisse der einzelnen Gesteine möglichst zu belehren, weil diese bei Aufsuchung oder Verfolgung von technisch nutzbaren Gesteinen von großer praktischer Wichtigkeit werden können.

Nicht zu viel und nicht zu wenig zu geben, Alles aber recht anschaulich zu machen, ist die schwierige Aufgabe einer Schrift, wie diese. Ich meines Theils fürchte eher zu wenig als zu viel gegeben zu haben, und besorge dennoch, daß es die Praktiker für zu viel halten werden. Ein Jeder leistet nicht mehr, als er kann.

Freiberg, im Juli 1852.

B. Cotta.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite.
1—14. Gegenstand und Ueberblick des Baues der Erdkruste	1—8
15. Hilfsmittel zum Studium der Geognosie	8
16—22. Natürliche Hilfsmittel	9—12
23—30. Künstliche Hilfsmittel	13—19
Gesteinslehre.	
31—41. Zusammensetzung der Gesteine	20—25
42. 43. Textur derselben	25—27
44. Die Hauptgesteine	27—28
I. Einfache Gesteine.	
45. A. Kohlen (Gesteine vegetabilischen Ursprungs)	28—29
46. B. Eisensteine	29—30
47. C. Salze als Gesteine	30
48. D. Kalkstein, Dolomit, Gyps	30—32
49. E. Kieselgesteine	32—33
II. Dichte oder krystallinisch-körnig gemengte Gesteine.	
50. F. Thongesteine:	33
a) Dichte und erdige	33
b) Schieferige	34
51. G. Krystallinische Schiefergesteine	34—35
52. H. Granitartige krystallinisch-körnige Gesteine	35—36
53. I. Grünsteine	36
54. K. Porphyre	37
55. L. Trachyte	37—38
56. M. Augitgesteine (Basalte)	38—39
III. Deutlich mechanisch gemengte Gesteine.	
57. N. Tuffgesteine	39
58. O. Trümmergesteine	40
59. 60. Uebergänge der Gesteine	40—41

§	Structur der Gesteine.	Seite.
61.	A. Absonderung	41
62.	Unregelmäßige Absonderung	41
63.	Regelmäßige Absonderung	42
64.	1. Säulenförmige	42
65.	2. Kugelförmige	42
66.	3. Plattenförmige	42
67.	4. Schalenförmige	43
68.	5. Parallelepipедische	43
69.	6. Cylindrische	43
70. 71.	B. Schichtung	43—44
72.	Schieferung und Schichtung	44
73.	Streifungen in den Schichten	45
74.	Bezeichnungen an denselben	45
75. 76.	Stellung der Schichten	46—48
77.	Besondere Beziehungen der Schichten	48
78.	Linearer Parallelismus	48—49
79—83.	Außere Gestalt der Gesteinskörper	49—50
84.	Besondere Bezeichnungen an Gängen	50—52
85.	Lagerungslehre	52
86. 87.	Lagerung der geschichteten Gesteine oder Schichten- systeme	52—54
88.	Lagerung der Schiefergesteine	54
89.	Lagerung der Massen- oder unregelmäßigen Gesteins- körper	54—55
90.	Lagerung der Gänge	55
91—93.	Verhalten der Gänge gegen das Nebengestein	55—57
94—100.	Verhalten der Gänge unter sich	57—61
101—112.	Relatives Alter der Gesteine	61—65
113—136.	Versteinerungslehre	65—76
137.	Kurze Wiederholung	77—80
138.	Innerer Bau der festen Erdkruste	81
139. 140.	Schichtgesteine (Flötzformationen)	81—82
141—144.	Gesteinsverbindungsformeln derselben	82—84
145.	Lagerungsformeln	84—85
146—148.	Gleichzeitigkeitsbestimmung	85—86
149.	Gruppierung oder Eintheilung der Schichtgesteine	86
150.	Formationsglied (Etagé)	86—87
151.	Formation	87
152—157.	Gruppe	87—89
158.	Alluvialgebilde	89—90
159.	Diluvialgebilde	90—91
160.	Molassegruppe	91—93
161.	Kreidegruppe	93—94
162.	Wieldenformation	94

§		Seite.
163.	Juragruppe	94—95
164.	Triasgruppe	95—96
165.	Zechsteinformation	96
166.	Steinkohlengruppe	97—98
167.	Grauwackengruppe	98—99
	Krystallinische Schiefergesteine.	
168—174.	Allgemeines	99—100
175—182.	Verbindungsformeln oder untergeordnete Einlagerungen der Schiefergesteine	101—103
183. 184.	Stellung derselben	103
	Massengesteine.	
185—188.	Allgemeines	104—107
189—191.	Eintheilung der Massengesteine	108
192—199.	Ganggesteine (Ausfüllungen von Spalten durch nicht constante Mineralverbindungen)	108—110
200—206.	Beschreibung der Gesteine	111—114
	I. Einfache Gesteine.	
207—212.	A. Kohlengesteine	115—117
213—222.	1. Torf (Turf)	117—122
223—229.	2. Braunkohle	122—125
230—243.	3. Steinkohle (Schwarzkohle)	125—132
244—247.	4. Anthrazit (Glanzkohle)	132—133
248—250.	5. Graphit	133—134
251—253.	6. Asphalt (Erdpech und Erdöl, Bitumen)	134—135
254—257.	B. Eisensteine	135—137
258. 259.	7. Brauneisenstein	137
260.	8. Raseneisenstein	137—138
261.	9. Eisenrogenstein	138
262.	10. Bohnerz	138
263.	11. Rotheisenstein	138—139
264.	12. Magneteisenstein	139—140
265.	13. Spatheisenstein	140
266.	14. Thoneisenstein	140
267.	Eisenkies	141
268.	C. Salze als Gesteine	141
269—273.	15. Steinsalz und	141—144
	16. Salzthon	141—144
274—278.	D. Kalkstein, Dolomit, Gyps	144—146
279—289.	17. Kalkstein	146—156
290. 291.	18. Dolomit	156—157
292—296.	19. Gyps	157—160
297.	20. Anhydrit (Muriazit, Karstenit)	160
298.	E. Kieselgesteine	160
299—301.	21. Quarz	160—163

§		Seite.
II.	Dichte oder krystallinisch-körnige Gesteine.	163
F.	Thongesteine:	163
302. 303.	a) Dichte und erdige	163—164
304.	22. Thon (Töpferthon, plastischer Thon)	164
305.	Porzellanthon (Kaolin)	165
306.	Walkerde und Bolus	165—166
307.	Wacke	166
308.	23. Lehm	166
309.	24. Thonstein	166
310.	25. Gebrannter Thon, Porzellanjaspis und Erdschlacke	166
311.	Technische Anwendung der Thonarten	166—167
312. 313.	Thon- und Lehmbeden	167—168
314—317.	26. Mergel	168—170
318.	b) Schieferige Thongesteine	170
319. 320.	27. Mergelschiefer	170—171
321.	28. Schieferthon (Schieferletten)	171
322—333.	29. Thonschiefer und	171—176
334—336.	30. Alaunschiefer	177—178
337. 338.	C. Krystallinische Schiefergesteine	178
339. 340.	31. Chloritschiefer	179
341. 342.	32. Talkschiefer	179
343—351.	33. Hornblendeschiefer	180—183
352—358.	34. Glimmerschiefer	184—187
359. 360.	35. Gneifs	187—188
361.	36. Granulitschiefer	188
362. 363.	Massen- oder Eruptivgesteine	189
364—372.	H. Granitgesteine (krystallinisch-körnige, quarzhaltige Gesteine)	189
	37. Granit, ...	189
	38. Protogin, ...	189
	39. Granulit, ...	189
	40. Greisen, ...	189
	41. Turmalinfels, ...	189
	Topasfels	189—197
373—377.	42. Syenit	197
378.	I. Grünsteine	197—198
379—390.	43. Grünstein	198—204
391.	Anhang zu den Grünsteinen	205
392—395.	44. Serpentin	205—206
396. 397.	45. Eklogit	206—207
398.	Hornblendefels, Kersanton, Kalkdiabas, Granatfels, Erlan, erzführende Grünsteine	207—208

§		Seite.
399—403.	K. Porphyre	208—210
404. 405.	46. Granitporphyr	210
406—411.	47. Quarzporphyr	211—214
412—414.	48. Glimmerporphyr	214—215
415—416.	49. Hornblendeporphyr	215—216
417.	50. Felsitfels	216
418. 419.	51. 52. Pechstein und Pechsteinporphyr	216—217
420.	L. Trachytgesteine	217
421—424.	53. Trachyt	217—218
425.	54. Trachytporphyr	218—219
426—430.	55. Phonolith (Klingstein, Porphyrschiefer)	219—220
431. 432.	56. Obsidian, Obsidianporphyr und Bims-	
stein		221
433—435.	M. Augitgesteine (Basaltgebilde)	221—222
436—441.	57. Basalt	222—225
442—444.	58. Dolerit	225—226
445.	59. Nephelindolerit	226
446.	60. Leuzitfels	227
447—451.	61. Melaphyr	227—228
452—454.	Lava	229—230
455.	III. Deutlich mechanisch gemengte Ge-	
steine		230
456.	N. Tuffgesteine	230—231
457.	62. Tuffarten	231
458.	O. Trümmergesteine (Sandsteine, Conglomerate	
und Breccien)		231
459—462.	63. Sandstein	232—236
463—465.	64. Sand	236—238
466.	65. Grus	238
467. 468.	66. Schutt	238—239
469.	67. Kies und Gerölle	239—240
470. 471.	68. Conglomerat	240—241
472.	69. Breccie	241

Anwendung der Geognosie.

473.	Kurze Uebersicht der Benutzung der	
	Gesteine	242
	A. als Baumaterialien	242
	B. als Düngematerialien	243
	C. als Brennmaterialien	243
	D. zu andern gewerblichen Zwecken	243
	E. zu feineren Kunstwerken und Geräthen	244
474—483.	Bedeutung der Geognosie für den Land-	
	wirth, Forstwirth und Techniker	244—250

§		Seite.
484—488.	Bodenkunde	250—251
489.	1. Thonboden	251—252
490.	2. Lehm Boden	253
491.	3. Sandboden	253—254
492.	4. Kalkboden	254—255
493.	5. Mergelboden	255
494.	6. Gypsboden	255
495.	7. Talkboden	255
496. 497.	8. Humusboden	256—257
498. 499.	Ober- und Untergrund	257—258
500.	Bodenbedeckung	258
501.	Lage	259
502.	Feuchtigkeitszustand	259—260
503—507.	Elemente der Fruchtbarkeit	260—263
508—512.	Verhalten der Gesteine zur Vegetation:	263—266
	1. Silicatgesteine, ...	
	2. Thongesteine, ...	
	3. Kieselgesteine, ...	
	4. Kalkgesteine, ...	
	5. Alkaliengesteine, ...	
	6. Kohlengesteine	263—266
513—515.	Mineralischer Dünger	266—268
516.	Anderweite praktische Anwendungen der Geognosie	268
517.	Kunststraßen	268—269
518.	Kanäle und Eisenbahnen	269
519.	Artesische Brunnen	269—272
520.	Allgemeiner Einfluss	272
	Tabelle I. zu Bestimmung der Gesteine.	
	„ II. Die Schichtgesteine in Deutschland.	
	Farbenskizze. Idealer Durchschnitt eines Theils der Erdkruste.	

Anwendung der Geognosie.

473.	Kurze Uebersicht der Benützung der Gesteine	473
474.	A. als Baumaterialien	474
475.	B. als Düngematerialien	475
476.	C. als Brennmaterialien	476
477.	D. zu andern gewerblichen Zwecken	477
478.	E. zu feineren Kunstwerken und Geräthen	478
479.	Bedeutung der Geognosie für den Land- wirth, Forstwirth und Techniker	479

Gegenstand und Ueberblick.

§. 1.

Der aufmerksame Naturbeobachter wird in jeder bergigen Gegend finden, daß die Stein- oder Felsmassen, welche theils frei hervortreten, theils dem lockeren Boden als Unterlage dienen, nicht überall einerlei sind. Diese verschiedenen Gestein- oder Felsarten zu unterscheiden, ihre Natur zu studiren, sowie die Regeln und Gesetze ihrer Vertheilung, ihrer äußeren Gestalt und ihrer gegenseitigen Beziehungen zu erforschen, ist Aufgabe der Geognosie.

§. 2.

Die Geognosie ist daher die Lehre vom inneren Bau der festen Erdkruste. In diesem Sinne wird das Wort Geognosie gegenwärtig gebraucht, obwohl es nach seiner Zusammensetzung aus $\gamma\eta$ (Erde) und $\gamma\nu\omega\sigma\iota\varsigma$ (Kenntnifs) eigentlich eine weit umfassendere Bedeutung hat.

Da aber der innere Bau der festen Erdkruste in innigster Beziehung zu dem äußeren steht, so muß auch dieser letztere bei der Betrachtung des ersteren vielfach berücksichtigt werden, wie denn überhaupt kein Theil des Naturwissens ganz scharf von den übrigen abzugrenzen ist. Sie greifen vielmehr alle vielfach ineinander.

§. 3.

Die Worte Geognosie und Geologie ($\lambda\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$, Rede) werden häufig als ganz gleichbedeutend angewendet, wie sie denn auch ihrer Ableitung nach wenig von einander verschieden sind; man hat jedoch in neuerer Zeit, wenigstens in Deutschland, einen Unterschied zwischen beiden so ange-

2 Geognosie u. Geologie. Ueberblick des Baues der Erdkruste.

nommen, daß Geologie mit Erdentstehungslehre oder Geogenie ziemlich gleichbedeutend gebraucht wird, wogegen Geognosie nur die Beschreibung oder Kenntniß der festen Erdkruste, wie sie ist, bezeichnen soll.

Während sonach die Geognosie damit beschäftigt ist, den Zustand des vorhandenen inneren Baues der Erdkruste genau auszumitteln und darzustellen, ist die Geologie bemüht, die Entstehung dieses Zustandes zu erklären. Die Geognosie liefert der Geologie die Materialien zu einem Ideengebäude, welches je nach der Dauerhaftigkeit derselben und der Art ihrer Verbindung fest und harmonisch, oder gebrechlich und mißgestaltet ausfällt.

§. 4.

Diese beiden Wissenschaften greifen natürlich so innig ineinander, daß keine ganz ohne die andere gedacht werden kann. Denn so thöricht es auf der einen Seite sein mag, Theorien über Entstehung der Erde aufzubauen, so lange man ihre Natur noch nicht gehörig kennt, so scheint es auf der anderen Seite eines denkenden Geistes ganz unwürdig, die Natur des Erdbaues zu studiren, ohne sich Ideen über die Entstehung des Ganzen oder einzelner Zustände zu machen.

Man muß jedoch bei Anstellung geologischer Betrachtungen stets sehr vorsichtig sein, damit sie nicht die unbefangene Beobachtung stören und ein falsches Licht auf vorliegende Thatsachen werfen.

§. 5.

Ehe ich nun zur speciellen Betrachtung der einzelnen Theile übergehe, welche die feste Erdkruste bilden, halte ich es für gut, einen ganz allgemeinen Ueberblick ihres Baues voranzuschicken.

Der Bau der festen Erdkruste ist im Allgemeinen überall ein ähnlicher. Gewisse Gesteine (Mineralaggregate), wie Granit, Grünstein, Porphyr, Basalt, Thonschiefer, Kalkstein, Sandstein, wiederholen sich in allen Welttheilen auf dieselbe Weise und unter ähnlichen Verhältnissen gegenseitigen Verbandes (der Lagerung). Es ist das ein bemerkenswerther Gegensatz der unorganischen und der organischen

Natur unseres Planeten, daß die erstere unabhängig von allen klimatischen Einflüssen (Zonen) sich mehr als Ursache denn als Folge der letzteren erweist, während diese durchaus als ein Product derselben betrachtet werden muß.

§. 6.

Wenn wir nun soviel als möglich alle Verhältnisse dieser Gesteine zugleich berücksichtigen, d. h. ihre Zusammensetzung, Lagerung, besondere Verbreitung, wahrscheinliche Entstehungsweise u. s. w., so lassen sich dieselben in 4 groſse Abtheilungen oder Gruppen bringen, welche in den meisten Fällen selbst ein Anfänger leicht zu unterscheiden vermag. Wie alle systematischen Abgrenzungen in der Natur, sind natürlich auch diese schwankend und unsicher, sobald es sich darum handelt, alle einzelnen Erscheinungen in sie aufzunehmen, aber deutlich und sprechend, sobald man dem Anfänger gegenüber bei den vorherrschenden und deutlichsten Erscheinungen stehen bleibt und sie auf diese anwendet. Geht es doch im Reiche des Organischen nicht besser, obwohl man es da mit scharf abgegrenzten Arten zu thun hat, was bei den Gesteinen nicht der Fall ist, die nur mehr oder weniger constante Anhäufungen von Mineralarten sind. Jeder kommt leicht dahin, den Löwen, den Adler, den Frosch, die Fliege als Thiere, die Eiche, die Palme, das Farnkraut als Pflanzen zu erkennen, während es Organismen giebt, über deren Zulassung zum Thier- oder Pflanzenreich die besten Zoologen und Botaniker noch nicht ganz einig sind. Aehnlich verhält es sich auch mit den Schicht-, Schiefer-, Massen- und Ganggesteinen, diesen vier groſsen Gesteinsgruppen, welche die feste Erdkruste zusammensetzen, und die ich hier mit wenigen Zügen zu charakterisiren versuchen werde. Jeder kann sich leicht ein Bild von dem allgemeinen Charakter der Gruppen erwerben, es wird leicht sein, diesen Charakter an den auffallenden Beispielen zu erkennen, aber es ist schwer, ihn in allen einzelnen Fällen an jedem Gestein aufzufinden.

§. 7.

Wenn es möglich wäre, die äufſere feste Kruste des Erdkörpers irgendwo zu durchschneiden und die Schnitt-

fläche der Beobachtung zugänglich zu machen, so würde sich zeigen, daß dieselbe aus verschiedenartigen, mehr oder weniger scharf begrenzten Mineralgemengen besteht, die wir eben Gesteine oder Felsarten zu nennen pflegen. Ein Theil dieser Gesteine würde sich in plattenförmigen Schichten regelmäfsig übereinander gelagert finden, an den meisten Orten noch ziemlich horizontal, die äufsere Decke der Erdkruste bildend, wie man von aus Wasser abgelagerten Schichten nicht anders erwarten kann; an anderen Stellen aber, und zwar besonders in Gebirgen, würden diese Schichten oft steil aufgerichtet, gebogen und zerbrochen sein. Diese geschichteten Gesteine enthalten häufig Spuren oder Ueberreste von organischen Wesen (Versteinerungen), besonders von Meeresgeschöpfen, und auch ihre mineralogische Zusammensetzung (Kalkstein, Sandstein, Schieferthon, Mergel und dergl.) deutet an, daß sie aus Wasser abgelagert sind, wie man denn noch jetzt dergleichen Ablagerungen häufig entstehen sieht.

§. 8.

Unter diesen geschichteten Gesteinen, zuweilen auch neben und zwischen ihnen, würde man in jenem Durchschnitt Gesteine von mehr krystallinischer Zusammensetzung und vorherrschend schiefriger Textur erblicken, krystallinische Schiefergesteine (Gneifs, Glimmerschiefer, Hornblende-schiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer u. s. w.), die keine Ueberreste von organischen Körpern enthalten.

§. 9.

Ferner würde man eine dritte Klasse von theils krystallinischen, theils dichten und zuweilen blasigen Gesteinen wahrnehmen, die sich zwischen die oben genannten überall ein- und gewissermaßen in die Höhe gezwängt haben, so daß sie gleichsam Zerspaltungen derselben ausfüllen und durch diese sowohl an der Oberfläche hervortreten, als auch in die größte Tiefe hinabreichen (Granite, Porphyre, Grünsteine, Basalte u. s. w.). Diese krystallinischen Massengesteine oder Eruptivgesteine würde man ganz vorzugsweise da erblicken, wo die Erdoberfläche zu Gebirgsketten und Bergzügen erhoben ist, und zwar würde sich

dabei sogleich die Idee eines Zusammenhanges der Erscheinungen aufdrängen. Selbst der Laie in der Geologie würde durch den bloßen Anblick der gegenseitigen Lagerung zu vermuthen geneigt sein, daß ein gewaltsames Empordrängen dieser zuletzt genannten Gesteine, welche wie die krystallinischen Schiefer ebenfalls keine Versteinerungen enthalten, wohl die Ursache der Schichtenstörungen und der Gebirgserhebungen sei.

§. 10.

Endlich würde man außerdem die feste Erdkruste von einer Menge Spalten durchschnitten und verschoben sehen, die zuweilen fast leer geblieben, oft aber auch mit allerlei krystallisirten Mineralien angefüllt sind, und welche man im letzteren Falle vorzugsweise Gänge (oft Erzgänge) nennt, eine Benennung, die jedoch auch auf weiter geöffnete und mit Gesteinen der dritten Klasse erfüllte, überhaupt auf alle ausgefüllte Spalten ausgedehnt wird. Alle diese Gesteine sind aber nicht zu gleicher Zeit und nicht auf einerlei Art entstanden.

§. 11.

Daß das Innere der festen Erdkruste sich ungefähr so verhalte, wie hier dargestellt wurde, schließt man aus der Verbreitungsweise der verschiedenen Gesteinsarten an der Oberfläche und aus den Begrenzungsverhältnissen derselben, welche hie und da an steilen Felsen, Meeresküsten und Flußufern, in Steinbrüchen, in Bergwerken oder an anderen Entblößungen des anstehenden Gesteins beobachtet werden, und diese Schlüsse sind bis zu einem gewissen Grade ganz zuverlässig.

§. 12.

Die Geologen haben sich aber mit dem Erkennen dieser allgemeinsten Verhältnisse, welche in der oberen Hälfte von Tafel I. ideal dargestellt sind, keinesweges begnügt, sie sind viel weiter gegangen. So haben sie z. B. die geschichteten Gesteine, welche vorherrschend aus Kalk-, Thon- und Sandschichten bestehen, in gewisse zusammengehörige Gruppen — Formationen — eingetheilt, deren Natur und Lagerung darauf hindeutet, daß sie in einer Epoche unter ähnlichen äußeren Verhältnissen aus Wasser abgelagert wor-

den sind. Diese Formationen liegen überall, wo man sie sicher wiedererkennt, in denselben Reihen übereinander, und jede einzelne enthält ihre besonderen organischen Reste (Versteinerungen), die oft sehr abweichen von denen der darüber und darunter liegenden Bildungen, während sie innerhalb der Formation über sehr große Landstriche hinweg in der Hauptsache dieselben bleiben und deshalb auch in den Fällen zur Wiedererkennung (Bestimmung) der Formation benutzt werden können, in welchen die Gesteinsnatur der Ablagerung an verschiedenen Orten eine sehr ungleiche ist.

§. 13.

Auf diese Weise hat man bis jetzt folgende Flötzformationen als in nachstehender Reihenfolge übereinander liegend erkannt und benannt:

	Allgemeine Bezeichnungen in Deutschland.	Besondere Bezeichnungen.
Neueste Gruppe.	Alluvium.	Fluss- und Meeressand und Geschiebeablagerungen, Alluvialkegel, Kalktuff, Raseneisenstein, Torf u. s. w.
	Diluvium.	Erratische Blöcke. Löfs, Schwemmland, Diluvialsand.
Molasse-Gruppe.	Pliocenformation.	Süßwasserkalk, Subappenninenformation.
	Miocenformation.	Grobkalk. Tegel. Nagelfluhe. Molassesandstein. Plastischer Thon. Braunkohlensandstein. Braunkohlenformation.
	Eocenformation.	Fucoidensandstein. Flysch z. Th. Nummulitenkalk. Mazigno.
Kreide-Gruppe.	Kreideformation.	Flysch z. Th. Hippuritenkalkstein. Weisse Kreide.
	Quaderformation.	Quadersandstein. Pläner. Plänermergel.
		Grünsand. Gault. Schrattenkalk. Spatangenkalk. Gosaugebilde.
		Wiener Sandstein und Karpathensandstein z. Th.
	Neokomien.	Hilsthon. Hilsconglomerat.

	Allgemeine Bezeichnungen in Deutschland.	Besondere Bezeichnungen.
	Wieldenformation.	Bückeburger Kohlenformation.
Jura-Gruppe.	Juraformation.	Weifser, brauner und schwarzer Jura-Eisensandstein z. Th. Oolith, Portlandien, Oxfordien, Corallien, Fassadolomit?
	Leiasformation.	Leiaschiefer, Leiaschale, Leiasandstein.
Trias-Gruppe.	Keuperformation.	Keupermergel. Keupersandstein und Gyps. Lettenkohle. Cassianschichten?
	Muschelkalkformation.	Kalkstein v. Friedrichshall. Gyps. Anhydrit u. Steinsalz. Wellenkalk. <i>New red sandstone</i> z. Th.
	Bunter Sandstein.	Röth. Rother oder bunter Sandstein. Vogesensandstein.
Zechstein-Gruppe.	Zechsteinformation.	Stinkstein, Dolomit u. Gyps. Alter Flötzkalk. Kupferschiefer. Weißliegendes. Permische System.
Kohlen-Gruppe.	Rothliegendes.	Roths Conglomerat. Thonstein. Schieferthon u. Kohlen. Permische System. <i>New red sandstone</i> z. Th.
	Steinkohlenformation.	Kohlensandstein, Kohlenschiefer u. Steinkohlen.
	Kohlenkalkstein.	Bergkalk. <i>Metalliferous limestone</i> .
Grauwacken-Gruppe.	Obere Grauwacke.	<i>Old red sandstone</i> . Devonisches System.
	Mittlere Grauwacke.	Silurisches System.
	Untere Grauwacke.	Cambrisches System?

§. 14.

Diese Bemerkungen, in Verbindung mit der idealen Zeichnung auf Tafel I., dürften hinreichen, um eine ganz allgemeine Uebersicht vom inneren Bau der festen Erdkruste zu geben, deren einzelne Theile wir nun etwas näher zu untersuchen haben, wobei es aber jedenfalls gut ist, diese allgemeine Uebersicht gleichsam geistig vor Augen zu behalten, damit man stets ungefähr wisse, wie sich das Einzelne zum Ganzen verhalte.

Nur über das ideale Bild Tafel I. will ich mir noch ein paar Worte erlauben. Es stellt keinen wirklichen Durchschnitt der Erdkruste dar, sondern einen idealen. Der obere Theil desselben, soweit die Schichtgesteine hinabreichen, ist aber aus wirklichen Beobachtungen ideal zusammengestellt, d. h., die einzelnen an sehr vielen Orten der Erdoberfläche beobachteten Lagerungsverhältnisse sind hier schematisch auf einen kleinen Raum zusammengedrängt. Der untere Theil des Bildes dagegen repräsentirt nur eine Idee, eine Hypothese über die Untereinanderfolge der Massengesteine, die aus den beobachteten Lagerungs- und anderen Verhältnissen abgeleitet ist. Dieser Theil kann daher möglicher Weise sehr unrichtig sein. Auf die wahrscheinliche Entstehungsweise des Baues ist hier absichtlich noch nicht weiter eingegangen worden.

Hilfsmittel zum Studium der Geognosie.

§. 15.

Die Hilfsmittel zum Studium der Geognosie zerfallen, wie die einer jeden Naturwissenschaft, in natürliche und künstliche. Die ersteren sind es, welche überhaupt die Wissenschaft hervorgerufen haben, indem sie stets von der Natur zur Beobachtung dargeboten werden. Die letzteren sind durch Ausbildung der Wissenschaft entstanden und bestehen aus den Resultaten der bisherigen Forschungen.

Natürliche Hilfsmittel.

§. 16.

Da die Erforschung des inneren Baues der Erde und seiner Beziehungen zur Oberfläche Hauptgegenstand der Geognosie ist, so muß es natürlich besonders wichtig sein, recht Vieles von dem Erdinnern kennen zu lernen. Da aber das Wasser in Gestalt von Meeren, Flüssen und Landseen den größten Theil der Erdoberfläche bedeckt, so bleiben unsere Beobachtungen wesentlich auf das Land beschränkt. Aber auch von diesem ist der grössere Theil durch Boden und Vegetation bedeckt, welche die Wahrnehmungen der inneren Natur hindern, und nur an einzelnen Stellen ist dasselbe „entblößt“, entweder durch natürliche, oder durch künstliche „Entblößungen“, z. B. an Felsen, sehr steilen Berg- und Uferwänden, in Steinbrüchen, Erz- und Kohlengruben, Bohrlöchern, Kanal- und Straßeneinschnitten, bei Grund- und Brunnengrabungen u. s. w. Außerdem kann man oft aus den an der Oberfläche umher liegenden Steinen auf die mineralogische Unterlage schließen, wenn nämlich diese Steine unter Umständen gefunden werden, aus denen hervorgeht, daß sie nicht angeschwemmt oder auf andere Weise herbeigeführt worden sein können, sondern in der Nähe „anstehen“ müssen. Anstehendes Gestein heißt nämlich das noch in seinem natürlichen Felsenzusammenhange befindliche; es bildet einen Gegensatz zu den Bruchstücken und Geschieben, unter welchen letzteren man abgerundete Steine versteht, wie sie gewöhnlich in den Flußbetten zu finden sind.

§. 17.

Entblößungen aller Art sind von Geognosten an unzähligen Punkten der Erdoberfläche beobachtet worden. Ein großer Vorrath von Thatfachen, Material zum Gebäude der Wissenschaft, ist dadurch aufgehäuft worden und wird täglich vermehrt. Vergleichen wir aber den uns auf solche Weise bekannten Theil der Erde mit dem noch unbekannten, so ergibt sich, daß wir verhältnißmäfsig doch noch sehr wenig von ihrem inneren Bau kennen, daß nicht nur künftigen Beobachtungen außerordentlich viel überlassen bleibt, sondern daß sogar der größte Theil des Erdinnern den mensch-

lichen Blicken für immer unzugänglich und deshalb der Spielraum für mehr oder weniger begründete Speculationen bleiben wird.

§. 18.

Der Halbmesser der Erde mißt ziemlich 860 Meilen, unsere Beobachtungen dagegen beschränken sich, wenn man die an den höchsten Bergen und in den tiefsten Gruben gemachten zusammenstellt, auf die Höhendifferenz von kaum einer Meile, also noch nicht ganz $\frac{1}{860}$ des Halbmessers.

Das Himalayagebirge ragt zwar am Dhawalagiri 26000' (oder 1 Meile und 3150') über den Meeresspiegel auf, aber seine Gipfel sind bis zu dem Niveau von etwa 16500' herab mit ewigem Schnee bedeckt und deshalb für geognostische Beobachtungen ziemlich unzugänglich. Die tiefsten natürlichen Depressionen der Erdoberfläche, welche nicht von Wasser bedeckt sind, liegen an den Ufern des todten Meeres etwa 1300 Fufs tiefer als der Spiegel des mittelländischen Meeres. Die tiefsten Grubenbaue und Bohrlöcher dringen kaum 3000' in die Oberfläche ein, z. B. „Alte Hoffnung Gottes bei Freiberg mit 1312' Saigerteufe (senkrechter Tiefe) etwa 260' unter das Meeresniveau; Hohe Birke bei Freiberg mit 1712' Saigerteufe etwa 160' unter das Meeresniveau; Samson bei Andreasberg am Harz 2062'; St. Daniel und beim Geist am Rörerbühel in Tyrol 2919'; der jetzt unfahrbare Eselsschacht zu Kuttenberg in Böhmen soll nach nicht ganz zuverlässigen Angaben 3545' Tiefe erreicht haben; die Steinkohlengruben bei Valenciennes und Lüttich sind zwar an sich nicht die tiefsten, sollen aber 1600' unter das Niveau des Meeres hinabreichen.

An den Küsten Englands giebt es Grubenbaue, die nicht bloß unter das Niveau des Meeres, sondern wirklich unter den Meeresboden reichen, so daß man in ihnen das Geräusch der Wogen über sich vernimmt, und in Norwegen hat man früher Bergbau über der Grenze des ewigen Schnee's getrieben, wie dieß an den Rauriser Tauern in Salzburg bei 8000 Fufs Höhe noch jetzt der Fall ist.

Die tiefsten genau bekannten Bohrlöcher sind das von Neu-Salzwark bei Preussisch-Minden, welches eine absolute

Tiefe von 2144 Fufs, oder 1920 Fufs unter dem Meerespiegel erreicht, und das von Mondorf bei Luxemburg, welches 2190 Fufs tief ist.

§. 19.

Das ist die Ausdehnung unserer directen Beobachtungen in verticaler Richtung, d. h., die Erdoberfläche ist uns zugänglich von dem Meeresspiegel an einzelnen Stellen bis zu etwa 16500 Fufs Höhe, und wir kennen stellenweise ihr Inneres bis gegen 3000 Fufs tief. Durch die beckenförmige Lagerung gewisser Gesteinsschichten kann man deren Fortsetzung durch Rechnung oder ideale Construction zuweilen noch weit tiefer verfolgen, die Kohlenlager bei Saarlouis z. B. bis über 20000 Fufs tief. Aus noch gröfserer Tiefe fördern zwar die Vulkane gewisse Producte zu Tage, allein wir kennen weder die Tiefe, aus der sie kommen, noch die auf dem Wege dabei etwa vorgehenden Veränderungen genau.

§. 20.

Weniger beschränkt sind unsere Forschungen in horizontaler Richtung, obwohl auch hier das Meer als ein mächtiges Hindernifs in den Weg tritt und zwei Drittel der Erdoberfläche unseren Blicken für immer entzieht. Seine Küsten bieten dagegen einen kleinen Ersatz, indem sie vielfach die großartigsten und aufschlußreichsten aller Entblöfsungen liefern. Ueberhaupt aber darf man nicht glauben, dafs durch diese Einschränkung der Beobachtungen die Erlangung allgemeiner Resultate, den inneren Bau der Erde betreffend, unmöglich gemacht sei. Durch die Vertheilung der Festländer und Inseln über alle Theile des Erdballs wird es oft möglich, aus ihrem Uebereinstimmen wohlbegründete Schlüsse über den ähnlichen Bau des zwischenliegenden Meeresgrundes zu ziehen.

§. 21.

Sorgfältig untersucht und durch genaue Karten übersichtlich dargestellt sind bis jetzt eigentlich nur die geognostischen Verhältnisse von Deutschland, England und Frankreich. Allgemeine Darstellungen, specielle Karten und Schilderungen kleiner Districte besitzen wir aber auch von Dänemark, Skandinavien, Rußland, Schottland, Irland, Polen,

der Schweiz und Italien, sowie von Nordamerika und einigen westindischen Inseln. Unzusammenhängender ist diese Kenntniss von Spanien, der Türkei, Griechenland, Mexiko, Peru u. s. w., und nur einzelne Blicke sind uns bis jetzt auf den Bau der übrigen Ländermassen unseres Erdkörpers gestattet. So viel geht jedoch schon mit Sicherheit aus den bisherigen Beobachtungen hervor:

- 1) dass der lockere Erdboden, der lose Sand, Kies oder Schutt, Lehm oder Thon, welche zuweilen auf grossen Strecken die nächsten Unterlagen des Fruchtbodens bilden, in gewisser Tiefe überall auf festem Gestein, auf Felsmasse ruhen;
- 2) dass diese hie und da an die Oberfläche hervortretende Felsmasse keineswegs überall von gleicher, sondern vielmehr von sehr verschiedener Beschaffenheit ist;
- 3) dass jedoch die meisten Felsarten und ihre eigenthümlichen gegenseitigen Verbindungsweisen sich in allen Theilen der Erde ähnlich oder sogar gleichmässig entwickelt wiederholen, so dass daraus zu folgern ist, ihre Natur stehe in keinerlei Wechselbeziehung zu den Zonen und Klimaten der Erde, wie die der Thier- und Pflanzenbevölkerungen.

§. 22.

Die unbefangene, aber aufmerksame und gründliche Beobachtung einer recht grossen Zahl von Entblöfungen innerhalb eines ausgedehnten Gebietes bei möglichster Berücksichtigung der vorhandenen Erfahrungen ist jedenfalls das beste Ausbildungsmittel für jeden angehenden Geognosten. Er würde aber sehr viel nutzlos sehen oder übersehen, wenn er seine Beobachtungen anstellen wollte, ohne sich vorher oder gleichzeitig mit einer gewissen Summe von Kenntnissen auszurüsten, welche ihn auf einen Standpunkt versetzen, auf welchen die Wissenschaft nur sehr allmähig und mit grossem Aufwande von Zeit und intellectueller Kraft gelangt ist. Beobachtung der Natur und Studium der Schriften darüber müssen durchaus Hand in Hand gehen und sich gegenseitig zur Erläuterung dienen. Diese Bemerkung führt uns auf die Beachtung der

künstlichen Hilfsmittel zum Studium der Geognosie.

§. 23.

Sie bestehen aus den Erfahrungen, Anwendungen, Folgerungen und Zusammenstellungen, welche man bisher im Gebiete der Geognosie gemacht hat, und welche niedergelegt worden sind in Sammlungen der natürlichen Gebilde, in Modellen, bildlichen Darstellungen und Schriften. Ueberhaupt also bestehen sie aus den Fortschritten der Wissenschaft in ihrem ganzen Umfange.

§. 24.

Sammlungen gewähren oft einen guten Ersatz der Entblöfungen, denn jedes einzelne Handstück ist wirklich als eine, aus ihrem natürlichen Zusammenhange gerissene künstliche oder natürliche Entblöfung anzusehen. Der natürliche Zusammenhang aber kann einigermaßen ersetzt werden durch zugehörige Handstücke benachbarter Felsarten, verbunden mit einer Belehrung über die Art und Weise ihres gegenseitigen Verhaltens. Jedenfalls sind Sammlungen die zweckmäfsigsten Hilfsmittel, um dem Anfänger während des Studiums im Zimmer einen richtigen Begriff von der Natur der Stein- oder Felsarten zu geben, und wer zu einiger Sicherheit in ihrer Bestimmung gelangen will, muß durchaus sich selbst wenigstens eine kleine Sammlung anlegen, damit er die kennen zu lernenden Steine so oft als möglich vor Augen habe.

§. 25.

Modelle. Da die meisten Gegenstände der geognostischen Untersuchung körperlich sind, so gewähren Modelle weit leichter eine vollständige Idee von ihnen, als Zeichnungen. Sie sind deshalb besonders für Anfänger von grossem Nutzen. Wer einmal mit der Betrachtungsweise unserer Wissenschaft und mit einigen Gegenständen derselben vertraut ist, der wird sich dann leicht auch in blofse Zeichnungen finden, was dem Anfänger allerdings zuweilen schwer wird, zumal wenn er nicht durch mathematische Studien geübt ist, sich die Lage der Ebenen im Raume zu denken.

Man hat Modelle von der Oberflächengestalt der ganzen

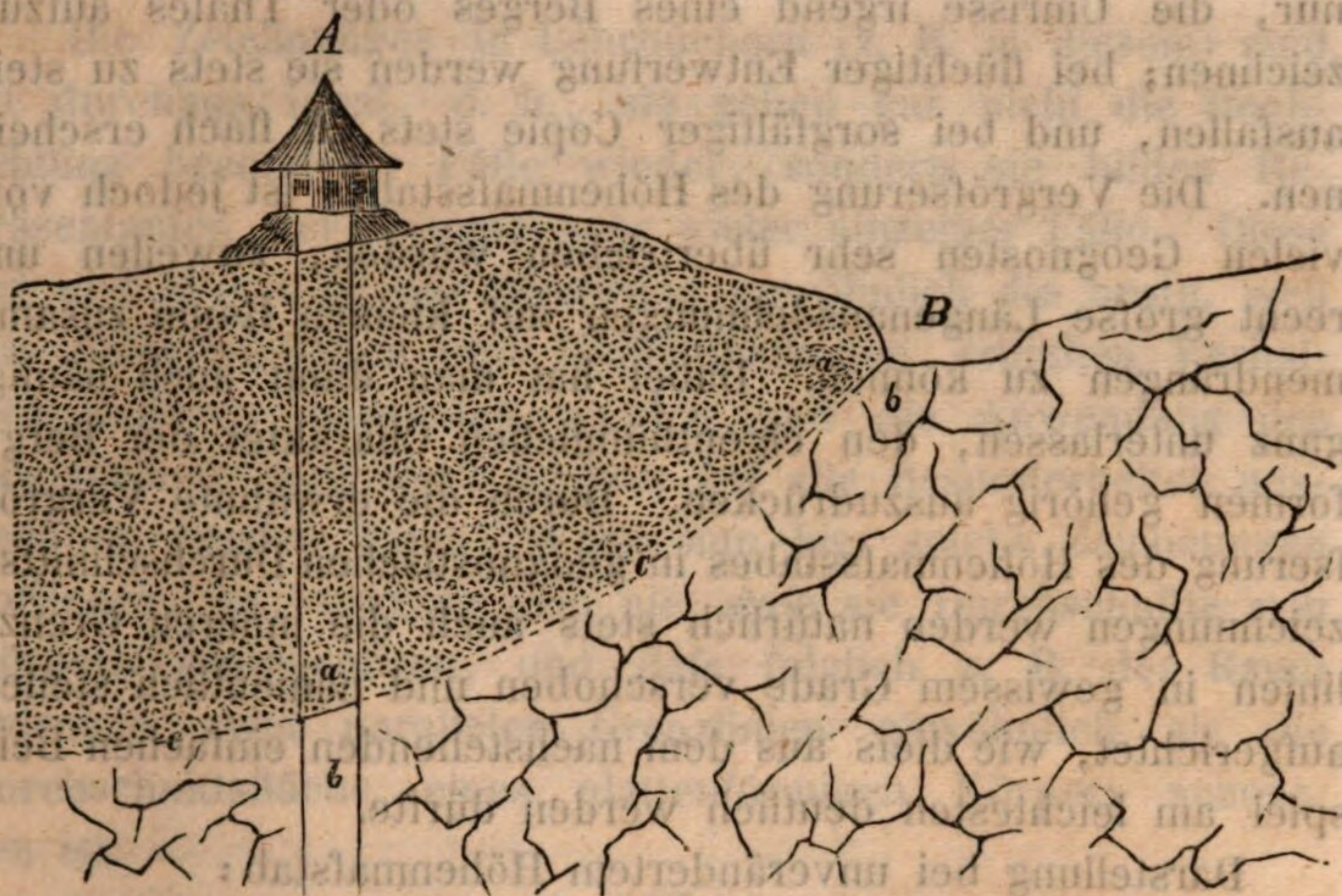
Erde oder einzelner Gegenden, sowie auch solche von dem inneren Bau derselben.

§. 26.

Zeichnungen können stets nur ein paar Seiten (perspectivisch) oder einen Durchschnitt der Körper darstellen und müssen die weitere Ausführung der Imagination des Beschauers überlassen. Die perspectivischen Zeichnungen liefern den wirklich sichtbaren äußeren Anblick von Bergformen, Gesteinsverbreitungen, Versteinerungen u. dergl.; die Durchschnittszeichnungen hingegen sind nur zum Theil Copieen wirklich vorhandener Durchschnittsentblößungen; häufig sind es ideale Durchschnittszeichnungen von durch Schlussfolgerung abgeleiteten Beziehungen. In letzterem Falle wird ihre Richtigkeit sehr von der Individualität des Geognosten abhängig sein, der sie herstellte. Die Zahl und Haltbarkeit der einzelnen, auf wirklichen Beobachtungen beruhenden Bewegungsgründe entscheidet über den Werth der idealen Durchschnittszeichnungen. Im Allgemeinen hat man dabei nur die Art und Weise der Richtung und Verbindung der einzelnen Linien, nicht aber ihren speciellen Verlauf zu beachten, denn es würde nur ein Zufall sein, wenn dieser irgend einmal wirklich in seinen kleinsten Details naturtreu wäre. Diese Art der Zeichnung geht hervor aus der Verbindung zweier intellectuellen Hauptfordernisse zum Studium der Geognosie, der Beobachtungs- und der Combinationsgabe, welche letztere dem menschlichen Schlussvermögen entspricht.

Beobachtet man z. B. in einem Schachte A die Grenze zweier Gesteine a und b und nicht weit davon an der Gebirgsoberfläche in einem Steinbruche B eine ähnliche Grenze zwischen denselben Gesteinen a und b, welche nach dem Schachte zu gerichtet ist, so können diese beiden Beobachtungen unabhängig neben einander bestehen, sie können von Jemandem ohne alle Combinationsgabe äußerst sorgfältig angestellt und berichtet werden, ohne daß sie ihn auf einen weiteren Gedanken über ihre Verbindung hinleiten.

Man hat Modelle von der Oberfläche der ganzen



Wer aber nur einige Combinationsgabe besitzt und anzuwenden weiß, der wird in diesem Falle sogleich in Gedanken eine der punktirten Linie C C ähnliche Grenzlinie ziehen, welche die beiden Beobachtungen verbindet. Er wirkt dann schon mit einer höheren Geisteskraft als der erstere, obwohl der vorliegende einer der einfachsten unter den denkbaren Fällen ist. Schlüsse so einfacher Art hat man so lange als richtig anzusehen, bis das Gegentheil durch directe Beobachtung nachgewiesen ist.

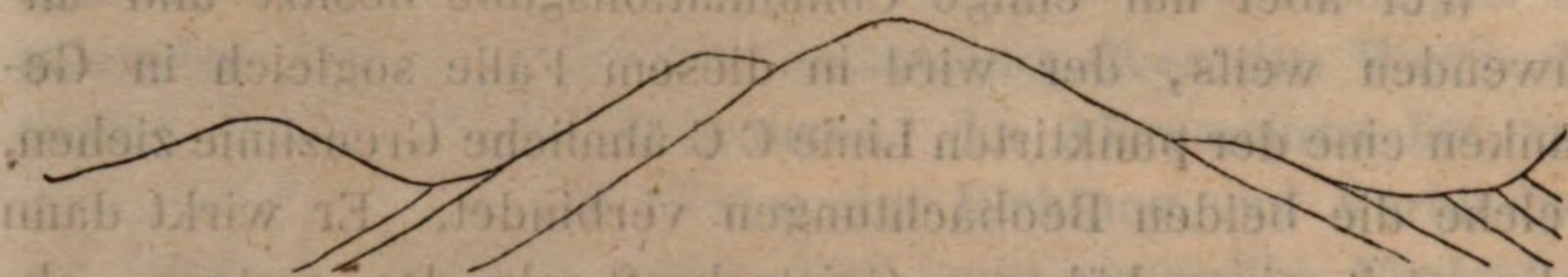
Bloße Beobachtungen ohne alle Combination befriedigen nur gewisse niedere Geistesvermögen; es ist nicht nur denkbar, sondern sogar höchst wahrscheinlich, daß auffallende Gesteinsgrenzen auch von Thieren wahrgenommen werden, die Combination derselben ist aber eine Auszeichnung des Menschen.

§. 27.

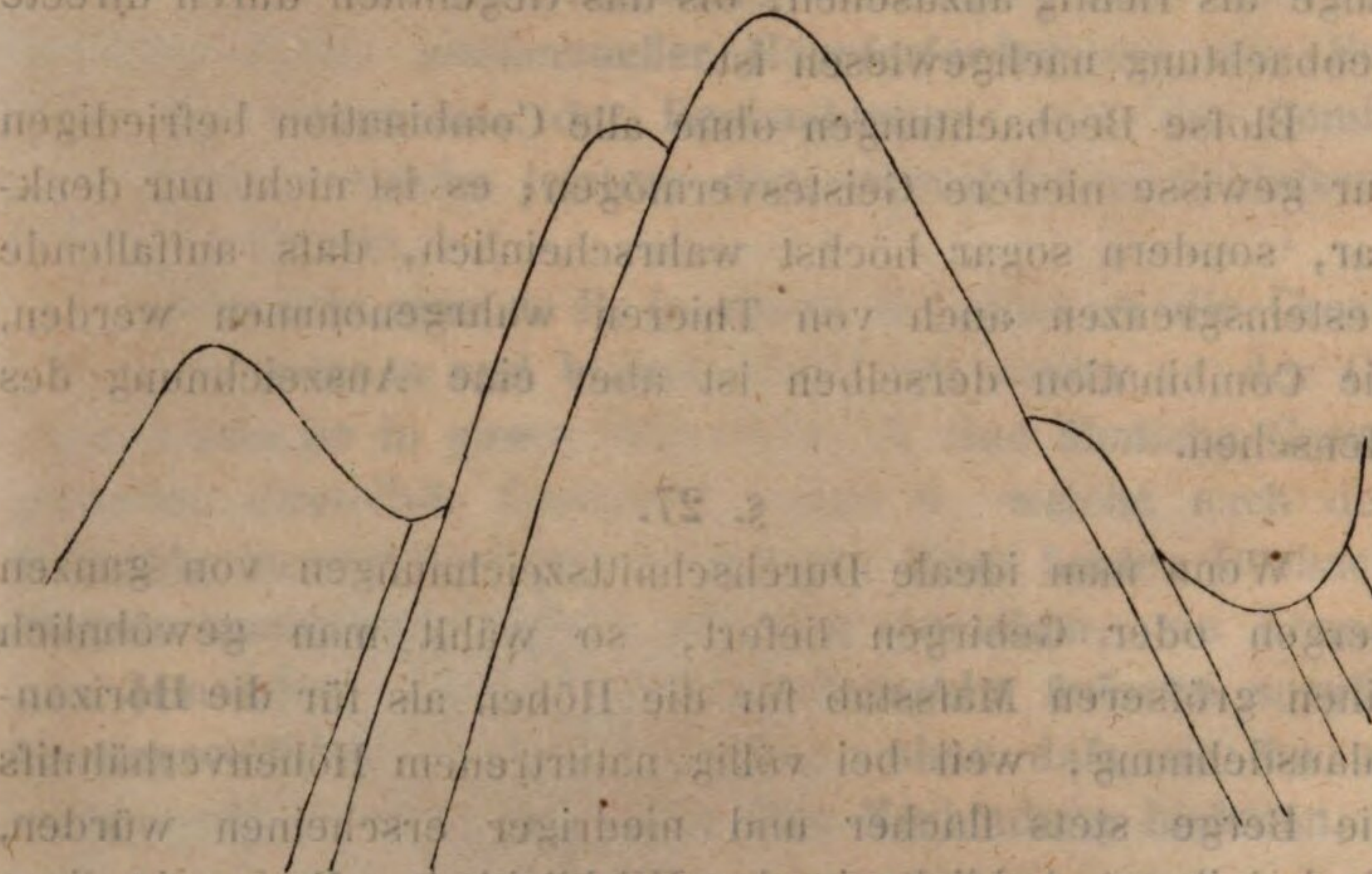
Wenn man ideale Durchschnittszeichnungen von ganzen Bergen oder Gebirgen liefert, so wählt man gewöhnlich einen größeren Maßstab für die Höhen als für die Horizontalausdehnung, weil bei völlig naturtreuem Höhenverhältniß die Berge stets flacher und niedriger erscheinen würden, als bei ihrem Anblicke in der Wirklichkeit. Es beruht diese Thatsache auf einer Täuschung des Auges. Man versuche

nur, die Umrisse irgend eines Berges oder Thales aufzuzeichnen; bei flüchtiger Entwerfung werden sie stets zu steil ausfallen, und bei sorgfältiger Copie stets zu flach erscheinen. Die Vergrößerung des Höhenmafsstabes ist jedoch von vielen Geognosten sehr übertrieben worden, zuweilen um recht grofse Längenausdehnungen auf kleinen Raum zusammendrängen zu können. Dabei hat man dann auch häufig ganz unterlassen, den eigenthümlichen Charakter der Bergformen gehörig auszudrücken. Durch die erwähnte Vergrößerung des Höhenmafsstabes in geognostischen Durchschnittszeichnungen werden natürlich stets auch die inneren Grenzlinien in gewissem Grade verschoben und namentlich steiler aufgerichtet, wie diefs aus dem nachstehenden einfachen Beispiel am leichtesten deutlich werden dürfte.

Darstellung bei unverändertem Höhenmafsstab:



Darstellung mit vierfachem Höhenmafsstab:



Die Zeichnungen in Lehrbüchern (z. B. in diesem) sind oft durchaus ideal, d. h., sie geben gar nicht die Beobachtung besonderer Fälle wieder, sondern sie bilden Repräsentanten der Summe sehr vieler einzelner Fälle. Diese Art und Weise ist zur Belehrung gewöhnlich die beste, weil alle Schwierigkeiten und Undeutlichkeiten örtlichen Verhaltens dadurch vermieden werden und die Anwendung des Allgemeinen dann auch leichter auf alle Besonderheiten ausgedehnt werden kann. Wenn nun hier solche Zeichnungen vorliegen, so vergesse man nie, daß sie Durchschnitte von Körpern repräsentiren, und daß folglich z. B. der Raum zwischen zwei parallelen Grenzlinien gewöhnlich als die Durchschnittsfläche eines plattenförmigen Körpers anzusehen ist.

§. 28.

Geognostische Karten haben den Zweck, die geographische Verbreitung der Felsarten bildlich darzustellen. Da aber die Grenzen der Gesteine nur an einzelnen Punkten wirklich beobachtet werden können, so ist ihre graphische Darstellung auf Karten stets etwas ideal, jedoch um so richtiger, auf je mehr gute Beobachtungen sie sich stützt. Die Genauigkeit der Darstellung aller einzelnen Felsarten hängt natürlich sehr von dem Maßstabe der Karten ab. Ist dieser sehr klein, so müssen oft mehrere Gesteine als Glieder einer Gruppe durch einerlei Farbe bezeichnet werden. Bei geognostischen Karten hat man stets die Unebenheiten der Erdoberfläche zu berücksichtigen, welche auf die Gestalt der Grenzlinien der einzelnen Gesteine einen wesentlichen Einfluß üben. Aus der Form und Lage der Grenzlinien kann man deshalb unter Berücksichtigung der Oberflächengestalt häufig auf die Art und Weise der Neben- oder Uebereinanderlagerung zweier Gesteine schließen.

Wenn z. B. eine Gesteinsgrenze ein Thal quer durchschneidet, so kann man aus ihrer horizontalen Beugung oder Nichtbeugung beurtheilen, ob sie senkrecht oder geneigt ist und nach welcher Richtung.

Leider hat man sich bis jetzt noch nicht allgemein über die Wahl der Farben für die einzelnen Gesteine auf Karten

verständigt, und so gehört denn fast zu jeder geognostischen Karte eine besondere Farbentafel. In meiner kleinen Schrift: „die geognostischen Karten unseres Jahrhunderts“, sind die meisten bis 1850 erschienenen zusammengestellt.

§. 29.

Schriften. Ihr Vorrath ist groß; bei den einzelnen Abschnitten dieses Buches werde ich zuweilen einige anführen, deren Studium für Anfänger besonders geeignet erscheint. Hier folgt nur ein Verzeichniß der wichtigsten, neuerlich deutsch erschienenen Lehr- und Handbücher. Wer einmal etwas in die Wissenschaft eingedrungen ist, wird dann den Weg durch das Labyrinth ihrer Literatur schon selbst finden.

v. Leonhard, Lehrbuch der Geologie und Geognosie, 2. Aufl., Stuttgart, 1846 — bildet einen Theil der überhaupt sehr empfehlenswerthen Naturgeschichte der drei Reiche.

v. Leonhard, *Agenda geognostica*, Heidelberg 1838 — ein Hilfsbuch für reisende Gebirgsforscher — Beschreibungen und Abbildungen der geognostischen Instrumente und überhaupt Anleitungen zu geognostischen Untersuchungen enthaltend.

Carl Lyell, Lehrbuch der Geologie — ein Versuch, die früheren Veränderungen der Erdoberfläche durch noch jetzt wirksame Ursachen zu erklären, 6. Aufl., aus dem Englischen übersetzt von Dr. Hartmann, Weimar 1842 u. f. Z. — Es zeichnet sich aus durch eine Sammlung interessanter Thatsachen, besonders über fortdauernde Veränderungen der Erdoberfläche.

v. Leonhard, Geologie oder Naturgeschichte der Erde, auf allgemein faßliche Weise abgehandelt. 5 Bände. Stuttgart 1836 — 1844. Mit vielen schönen Abbildungen.

Naumann, Lehrbuch der Geognosie, 2 Bände, Leipzig 1849—1851. Unstreitig das beste ausführliche Lehrbuch, welches wir in Deutschland für diese Wissenschaft besitzen. Mit sehr vielen Abbildungen. Enthält nur unnöthig viel Fremdwörter.

Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, 2 Bände, Bonn 1847 — 1851. Für Anfänger als geologisches Lehrbuch nicht brauchbar, obwohl für Techniker und Landwirthe werthvoll durch die vielen darin enthaltenen Gesteinsanalysen.

Mit dem Stande der Wissenschaft und ihren neuen Productionen wird man fortdauernd bekannt erhalten durch v. Leonhard's und Bronn's Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefactenkunde, jährlich 6 bis 7 Hefte.

§. 30.

Als Apparate für geognostische Studien sind am unentbehrlichsten: ein gut befestigter und gut gehärteter Hammer, ein Compafs und eine Loupe.

Gesteinslehre.

Zusammensetzung der Gesteine.

§. 31.

Die Erde im engeren Sinne, d. h. ihre feste Kruste, besteht, so weit wir sie kennen, wesentlich aus Mineralien, welche theils zu lockeren Anhäufungen, theils zu festen Massen vereinigt sind. Mineralien aber sind aus gleichartigen Theilen bestehende natürliche, unorganische, feste Körper. Eine solche Definition kann jedoch nur Dem deutlich sein, der die Sache schon einigermaßen kennt, wie denn überhaupt keine Definition natürlicher Gegenstände ohne alle Anschauung einen deutlichen Begriff zu geben vermag. Ich füge deshalb hinzu: Steinsalz, Diamant, gediegenes Silber, natürlicher Schwefel sind Mineralien, eben so gut als Quarz und Kalkspath. Werden aber diese Dinge durch Menschenhände auf irgend eine Weise umgearbeitet, aufgelöst, geschliffen, geschmolzen u. s. w., dann sind sie nicht mehr im vollen Sinne Mineralien.

§. 32.

Quarz, Glimmer und Feldspath sind ebenfalls Mineralien, Granit dagegen, welcher aus einem Gemenge derselben besteht, ist kein Mineral, sondern ein Gestein, eine Fels- oder Gebirgsart. Es giebt aber auch Gesteine, welche nicht aus verschiedenen, sondern nur aus grossen Anhäufungen von einerlei Mineral bestehen, z. B. Marmor aus Kalkspath, Alabaster aus Gyps. Ueberhaupt aber nennt man jede Mineralmasse, welche einen wesentlichen Theil der festen Erdkruste bildet, ein Gestein. Es besteht demnach die uns bekannte feste Erdkruste überall aus Gesteinen.

§. 33.

Nach dieser Unterscheidung kann die gesamte Mineralogie oder Minerallehre in zwei Hauptabtheilungen zerfällt

werden, von denen die eine sich mit den Mineralien als solchen, die andere mit den natürlichen Verbindungen und grofsartigen Anhäufungen derselben, den Gesteinen, beschäftigt. Die erstere Abtheilung bildet eine sehr umfangreiche selbständige Wissenschaft, die Oryktognosie oder Mineralogie im engeren Sinne, die zweite heisst Petrographie (Steinbeschreibung) oder Gesteinslehre und ist als ein Zweig der Geognosie anzusehen.

§. 34.

Die Zusammensetzung der Gesteine aus Mineralien findet, wie wir gesehen haben, auf zweierlei Weise statt. Theils sind lauter kleine Theile (z. B. Körner, Blättchen, Fasern) eines und desselben Minerals zu Gesteinen verbunden, welche beträchtliche körperliche Räume einnehmen, theils sind kleine Theile von zwei, drei oder vier verschiedenen Mineralien so mit einander gemengt, dafs dieselben in allen Theilen der Gesteinsmasse in ziemlich gleichem Verhältnifs zu einander stehen. Diese gemengten Gesteine erfüllen ebenfalls sehr grofse Räume und wiederholen sich gleich den einfachen in allen Theilen der Erde auf gleiche, oder wenigstens sehr ähnliche Weise.

§. 35.

Diese dem Anfänger etwas schwierige und doch höchst wichtige Auseinandersetzung dürfte durch eine Vergleichung mit dem Pflanzenreiche deutlicher werden.

Mineralspecien entsprechen den Pflanzenspecien. Findet man nun z. B. in einem Walde nur eine Holzart, z. B. Fichten, so gleicht dieser Wald ungefähr einem Gesteine, welches nur aus einerlei Mineral besteht, z. B. Kalkstein. Sind jedoch in dem Walde zwei oder drei Holzarten ziemlich gleichmäfsig mit einander gemengt, so ist diefs ein ähnlicher Fall, als wenn in einer Gebirgsart mehrere Mineralspecien mit einander gemengt sind, z. B. im Granit: Quarz, Glimmer und Feldspath. Der Botaniker betrachtet dort die einzelnen Eichen, Buchen und Birken für sich, der Forstmann mehr ihr gegenseitiges Verhalten, ihre Vereinigung zum Nadel- oder Laubholzwald. Der Oryktognost untersucht Quarz, Glimmer und Feldspath einzeln, der Geognost ihr Gemenge als Granit,

ohne jedoch dabei die eigenthümliche Natur der Mineralien ganz außer Acht zu lassen. Bei diesem Vergleiche muß jedoch erwähnt werden, daß er insofern nicht ganz paßt, als die Gemenge der Gebirgsarten weit constanter sind, als die der Wälder, welche letztere sehr von Zufall und Willkühr abhängen. Deshalb ist es möglich gewesen, den meisten verschieden gemengten Gebirgsarten bestimmte Namen zu geben, die von denen der Gemengtheile fast ganz unabhängig sind.

Doch auch in den regelmässigen Mineralgemengen finden sich oft gewisse mehr zufällige (accessorische oder unwesentliche) Bestandtheile ein, und diese sind dann etwa so anzusehen, als wenn in einem wesentlich aus Fichten und Kiefern bestehenden Walde einzelne Birken eingemischt sind, während das Ganze doch immer ein Nadelholzwald bleibt. So auch der Granit, wenn er einzelne Granaten enthält, oder wenn ihm stellenweise einer seiner Hauptbestandtheile ganz fehlt, er bleibt doch Granit. Manche accessorische Bestandtheile sind indessen doch für gewisse Gesteine besonders charakteristisch.

§. 36.

Auch die sogenannten einfachen Gesteine sind selten ganz einfach, sie enthalten vielmehr außer dem einfachen Mineral, aus dem sie vorherrschend bestehen, oft noch innig damit verbundene Beimengungen, so z. B. der dichte Kalkstein etwas Thon, Talk- oder Kieselerde oder Eisenoxyd; oft treten auch in ihnen einzelne krystallisirte Mineralien als abgesonderte Körper, als accessorische Gemengtheile, auf, z. B. Borazit im Gyps, Idokras im körnigen Kalkstein. — Solche accessorische oder zufällige Gemengtheile finden sich aber noch häufiger in den krystallinisch gemengten Gesteinen ein, wodurch man dann, bei ihnen besonders, genöthigt ist, einen Unterschied zwischen wesentlichen und accessorischen Gemengtheilen zu machen. Die wesentlichen Gemengtheile des Granits z. B. sind Quarz, Glimmer und Feldspath; wenn eins dieser Mineralien auf große Strecken ganz fehlt, so ist das Gestein kein Granit, sondern Granulit, Greisen oder dergl.; wenn dagegen der Turmalin

(ein recht häufiger accessorischer Gemengtheil des Granits) hinzukommt, so bleibt das Gestein immer noch Granit.

§. 37.

Die accessorischen Gemengtheile der Gesteine, mit welchen man nur gar zu oft ihnen selbst fremdartige, auf feinen Klüften befindliche Theile verwechselt hat, stehen sicher in einem Causalnexus mit den wesentlichen Gemengtheilen. Wo sie nicht die Resultate von Contactwirkung oder Imprägnation von den Grenzen des Gesteins aus, sondern durch die ganze Masse verbreitet sind, da darf man sie gewifs als das Resultat eines Ueberschusses gewisser Mischungstheile des übrigen proportionirten Mineralgemenges betrachten.

§. 38.

Im Allgemeinen findet sich zwar, wenigstens bei den krystallinisch gemengten Gesteinen, eine gewisse Gesetzmässigkeit der Zusammensetzung. Der meiste Granit aller Länder z. B. zeigt ähnliche Verhältnisse von Quarz, Glimmer und Feldspath und aufser diesen auch gewöhnlich dieselben accessorischen Beimengungen. Auf alle einzelne Fälle dehnt sich jedoch diese Gesetzmässigkeit nicht aus, denn zuweilen wird der eine oder der andere Gemengtheil solcher Gesteine sehr vorherrschend und verdrängt wohl sogar einen oder anderen gänzlich, wodurch dann ein Uebergang in ein anderes Gestein bewirkt werden kann (z. B. von Gneifs in Glimmerschiefer dadurch, dafs aus ersterem der Feldspath verschwindet). Auch tritt mehrfach der Fall ein, dafs ein Gemengtheil eines Gesteins durch ein anderes verwandtes Mineral gewissermafsen vertreten wird, wodurch dann ebenfalls ein neues Gestein resultirt. Als einen solchen stellvertretenden Gemengtheil für den Glimmer des Granites hat man z. B. den Talk des Protogin anzusehen, welches Gestein aufserdem, wie der Granit, aus Quarz und Feldspath besteht.

§. 39.

Aus dem Allen geht hervor, dafs die Gesteine nicht von der Natur abgegrenzte Arten, sondern, zum Theil wenigstens, mehr oder weniger zufällige Mineralgemenge sind, die man mit besonderen Namen belegt hat, und ferner, dafs

aus diesem Grunde ihre Mannichfaltigkeit nothwendig so groß ist, daß es unmöglich wird, alle einzelnen Verschiedenheiten besonders zu benennen, weshalb man sich darauf beschränken muß, die in der Natur am häufigsten sich constant wiederholenden Mineralgemenge als besondere Gesteine zu benennen und zu charakterisiren, die Unterscheidung vieler Zwischenstufen der modificirenden Beschreibung überlassend.

§. 40.

Wer einfache und gemengte Gebirgsarten wissenschaftlich erkennen will, muß vorher die Mineralien kennen lernen, woraus sie bestehen. Dazu sind oryktognostische Kenntnisse nöthig. Zum Glück ist es aber nur ein kleiner Theil aller bis jetzt bekannten Mineralspecien, welcher an der Zusammensetzung der Felsarten und somit der Erde einen wesentlichen Antheil nimmt. Viele andere sind in dieser Beziehung unwichtig, und ihre Bestimmung kann vorkommenden Falls dem Oryktognosten vom Fach überlassen werden. Für den Techniker, Landwirth oder Forstmann, welcher die Geognosie für seinen besonderen Zweck studiren will, dürfte es ausreichend sein, wenn er sich, außer mit den allgemeinen Lehren der Mineralogie, mit den hier unten verzeichneten Mineralien gehörig vertraut gemacht hat, was allerdings nicht ohne Anschauung geschehen kann, da alle Beschreibung der Eigenschaften nur dann erst deutlich wird, wenn man durch Anschauung wenigstens einiger Beispiele einen Begriff davon bekommen hat, was eigentlich unter den mineralogischen Eigenschaften zu verstehen ist. Selbst zu sammeln ist fast unumgänglich nöthig, wenn man Mineralien kennen lernen will; wenigstens muß man sich einige sicher bestimmte Arten zu verschaffen suchen, um an ihnen die Kennzeichenlehre studiren zu können. Die für unseren Zweck wichtigsten Mineralien sind nun aber folgende: Steinsalz, Gyps, Muriazit (Anhydrit), Kalkspath, Rautenspath, Eisenpath, Zinkspath, Chorit, Glimmer (ein- und zweiachsig), Talk, Zeolith, Hornblende, Strahlstein, Spodumen, Diaklas, Bronzit, Augit, Hypersthen, Omphazit, Erlan, Leuzit, Nephelin, gemeiner Feldspath (Orthoklas oder Pechma-

tholith), Periklin, Mikroklin, Ryakolith (glasiger Feldspath), Albit (Tetartin), Oligoklas, Labrador, Quarz, Opal, Menilith, Pechstein, Perlstein, Obsidian, Schörl (Turmalin), Olivin, Granat, Topas, Eisenpecherz, Stilpnosiderit, Bohnerz, Brauneisenerz, Eisenglanz (und Rotheisenstein), Magnet-eisenerz, Manganerz, Eisenkies, Arsenkies, Schwefel, Graphit, Anthrazit, Schwarzkohle, Braunkohle, Erdpech, Serpentin, Speckstein.

§. 41.

Von diesen sind die mit gesperrter Schrift gedruckten die allerwichtigsten; sie sind es, welche in der Hauptsache die feste Erdkruste zusammensetzen, und eine chemische Analyse dieser letzteren in ihrer Totalität würde demnach Kieselerde, Kali, Natron und Eisen, sowie Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel als vorherrschende Bestandtheile derselben erkennen lassen.

Textur der Gesteine.

§. 42.

Alle Felsarten sind, wie wir gesehen haben, theils einfache, theils gemengte. Die ersteren bestehen durch ihre ganze Masse aus einerlei Mineral, z. B. Kalkstein, und enthalten höchstens vereinzelte Körner oder Krystalle eines oder mehrerer anderer Mineralien als accessorische (unwesentliche oder zufällige) Gemengtheile. Die einfachen Gebirgsarten sind aber keineswegs unzusammengesetzt, sie bestehen nämlich aus lauter Individuen oder Theilchen desselben Minerals. Sind diese Theilchen dem Auge deutlich unterscheidbar, so nennt man das Gestein körnig, wenn sie rundlich, späthig, wenn sie im Innern sehr krystallinisch und ziemlich groß sind, blätterig, wenn die zusammensetzenden Mineraltheile lauter kleine Blättchen bilden, faserig, wenn dieselben aus Fasern bestehen. Sind hingegen die Theilchen zu klein, um sie erkennen zu können, so heißen die Gesteine dicht, oder, wenn die Verbindung nur locker ist, erdig. Alle diese Verbindungsverhältnisse der Bestandtheile können vereint sein mit schieferiger Textur. Eine sehr besondere Textur einiger einfachen Gesteine ist die

concentrisch schalige, erbsen- oder rogensteinartige. Die Steinmasse besteht aus hierse- bis erbsengroßen Kügelchen, welche im Durchbruch mehr oder weniger wahrnehmen lassen, daß sie aus lauter feinen concentrischen Schalen zusammengesetzt sind. Den Mittelpunkt dieser Kügelchen bildet oft ein kleines fremdartiges Körnchen.

§. 43.

Die gemengten Gebirgsarten bestehen aus ziemlich gesetzmäßigen Verbindungen mehrerer Mineralien. Die Art ihrer Verbindung kann sein: krystallinisch, durch Verwachsung von Krystallindividuen ohne einen fremdartigen bindenden Kitt, oder mechanisch, durch ein sogenanntes Bindemittel, welches mehr oder weniger abgerundete Bruchstücke von Mineralien oder Gesteinen zusammenhält. Die Theile können aber auch endlich lose übereinander liegen, ohne fest verbunden zu sein. Alle diese Verbindungen verschiedenartiger Mineralien oder Gesteine können sein: deutlich oder undeutlich, je nachdem wir die einzelnen Bestandtheile mit unbewaffnetem Auge zu erkennen vermögen oder nicht; die letzteren werden oft scheinbar gleichartig genannt. Sie können ferner im engeren Sinne sein: körnig oder dicht (oben erläutert), schieferig, flaserig, porphyrartig, porös, blasig, schlackig, bimssteinartig, mandelsteinartig, drusig, breccienartig, conglomeratartig, sandsteinartig.

Schieferig nennt man dieselben, wenn sie nach einer Richtung besonders leicht spalten, was gewöhnlich durch die parallele Lage eines der Gemengtheile oder aller veranlaßt wird. Flaserig ist eine Modification des Schieferigen, bei welcher die Spaltflächen sehr uneben, wellig oder wulstig sind. Mit der schieferigen und flaserigen Textur ist häufig auch noch eine eigenthümliche lineare Streckung der Gemengtheile oder eine parallele Fältelung verbunden, die man Linearparallelismus genannt hat. Porphyrartig wird diejenige Textur genannt, bei welcher eine homogene (wirklich oder scheinbar gleichartige) Hauptmasse einzelne Krystalle irgend eines Minerals enthält; man dehnt jedoch den Begriff auch noch weiter aus und nennt

selbst deutlich gemengte Gebirgsarten porphyrartig, wenn sie besonders auffallende deutlich ausgebildete Krystalle irgend eines Minerals enthalten, z. B. Granit mit grossen Feldspathkrystallen. Blasig, schlackig und bimssteinartig sind verschiedene Abstufungen des porösen Zustandes, wie ihn auch gut ausgebackenes Brod zeigt. Sind dabei die Blasenräume ganz oder theilweise mit Mineralien erfüllt, so ist diefs mandelsteinartige Textur.

Noch muß endlich der Drusenräume gedacht werden, welche sowohl den einfachen, als den gemengten Gesteinen zuweilen eigen sind. Man versteht darunter unregelmässige Räume, deren Wände mit krystallinischen Bildungen besetzt sind. Man kann die Gesteine, wie ich später durch ein Beispiel zeigen werde, nach ihrer Textur classificiren. Diese Anordnung ist jedoch eine ganz künstliche, d. h., wenn man die einzelnen Gesteine wirklich darnach zusammenstellt, so werden ihre natürlichen Verwandtschaften oft zerrissen; einige Gesteine, die vollständig ineinander übergehen, kommen in der Reihenfolge weit auseinander zu stehen, während andere, die sich gar nicht ähneln, unmittelbar nebeneinander ihren Platz finden.

Die Hauptgesteine.

§. 44.

Ich werde nun hier eine kurze Uebersicht der Hauptgesteine geben, dabei aber nur ihre wichtigsten unterscheidenden Kennzeichen anführen, während es Aufgabe der späteren, ausführlicheren Beschreibung der Gesteine ist, ihre übrigen Eigenschaften und namentlich auch ihre Lagerungsverhältnisse zu berücksichtigen, soweit sie für den vorliegenden Zweck von Wichtigkeit sein können. Wenn ich es versuche, in dieser kurzen Zusammenstellung die Gesteine nach ihren natürlichen Verwandtschaftsgraden zu ordnen, so betrachte man das ja nicht als ein eigentliches System. Ein solches ist für in gewissem Grade zufällige Mineralgemenge, wie die Gesteine nun einmal sind, ganz unmöglich. Dennoch bleibt es wünschenswerth, für die Aufstellung kleiner Sammlungen einiges Anhalten zu haben, damit nicht Alles bunt

durcheinander liege. — Nur die wichtigsten Gesteine werde ich kurz charakterisiren; von den unzähligen Varietäten, denen man besondere Namen gegeben hat, oder geben könnte, führe ich nur zuweilen die Namen am geeigneten Orte an, und auch diese nicht alle, da das für den vorliegenden Zweck leicht verwirren könnte. Die gebräuchlichsten synonymen Benennungen sind in Parenthesen beigefügt.

I. Einfache Gesteine (Mineralien als Gesteine).

A. Kohlen (Gesteine vegetabilischen Ursprunges).

§. 45.

1. Torf (Turf) besteht aus in gewissem Grade zersetzten, meist von Humussäure durchdrungenen, zuweilen auch etwas bituminösen Pflanzentheilen (gewöhnlich aus Sumpfmooarten). Schwammartig, filzig oder dicht. Braun bis schwarz. Brennbar. Man unterscheidet: Moostorf, Filztorf, Grastorf, Wurzelorf, Streichtorf, Pechtorf, Landtorf und Seetorf.

2. Braunkohle. Aus bituminösen, gewöhnlich nicht mehr erkennbaren Pflanzentheilen bestehend. Dicht, erdig, holzartig oder blätterig. Braun bis schwarz. Von der Schwarzkohle durch braunes Strichpulver unterscheidbar. Mit eigen thümlichem Geruch verbrennend. Man unterscheidet: Pechbraunkohle, mit pechartigem Ansehen, dichte Braunkohle, erdige Braunkohle (Erdkohle), Moorkohle (torfartig), Blätterkohle (Laubkohle, Papierkohle, Disotyl), aus lauter dünnen Blättern zusammengesetzt, und bituminöses Holz (Lignit), das ist Braunkohle mit deutlicher Holztextur.

3. Schwarzkohle (Steinkohle). Der vegetabilische Ursprung ist in ihrem äußeren Ansehen gewöhnlich gar nicht mehr zu erkennen. Es ist eine dichte schwarze Masse mit schwarzem Strichpulver; dadurch unterscheidet sie sich von der Braunkohle, sowie durch ihre leichtere Brennbarkeit mit etwas bituminösem Geruch von dem Anthrazit. In den einzelnen Gegenden, wo Steinkohlen gewonnen werden, trennt und benennt man sehr viele Varietäten theils nach ihrer

Textur, theils nach ihrem Brennwerthe, welcher letztere meist von ihrer gröfseren und geringeren Reinheit abhängt. So z. B. Pechkohle (Gachat), mit pechartigem Ansehen, Schieferkohle, mit etwas schieferigem Bruche, Rufskohle, erdig und abfärbend, Grobkohle, dickschieferig und uneben.

4. **Anthrazit** (Glanzkohle), eine bitumenarme oder beinahe bitumenfreie Schwarzkohle. Ganz schwarz und meist stark (fast metallisch) glänzend. Nur in starkem Luftzug brennend.

5. **Graphit**, beinah reiner Kohlenstoff, ohne alles Bitumen, bildet ein fettig anzufühlendes, schwarz abfärbendes Gestein, aus welchem man z. B. Bleistifte herstellt. Theils massig, theils schieferig (Graphitschiefer).

6. **Asphalt** (Erdpech, Bitumen), eine dunkle bräunliche oder schwärzliche, in der Wärme erweichende, leicht brennende, pechähnliche Masse. Zuweilen ist dieselbe anderen Gesteinen nur untergeordnet beigemischt und macht dieselben dadurch bituminös.

B. Eisensteine.

§. 46.

7. **Brauneisenstein**, bestehend aus wasserhaltigem Eisenoxyd, oft mit etwas Thon oder Kiesel gemengt und dadurch wohl auch übergehend in eisenschüssigen Thon oder in Eisenkiesel. Der Brauneisenstein ist am häufigsten dicht, tritt jedoch auch als Glaskopf faserig auf. Ziemliche Schwere und gelblichbrauner Strich sind charakteristisch für denselben. Auch

8. **Raseneisenstein**,

9. **Eisenrogenstein** und

10. **Bohnerz** gehören hierzu und zeigen ähnliche Eigenschaften; es sind im Grunde nur besondere Formen des Brauneisensteins.

11. **Rotheisenstein**, besteht aus wasserfreiem Eisenoxyd. Im krystallisirten Zustande zeigt derselbe stahlähnliche Farbe und wird Eisenglanz genannt. In gröfseren Massen ist er dicht und roth (dichter Rotheisenstein, z. Th. Röthel), zuweilen auch faserig als rother Glaskopf, der wieder dunkler erscheint

als der dichte Rotheisenstein. Alle diese Varietäten zeigen aber rothen Strich und bedeutende Schwere.

12. Magneteisenstein ist eine Verbindung von Eisenoxyd und Eisenoxydul, dunkel, metallisch glänzend, mit dunklem schwärzlichem Strich. Sehr schwer. Meist krystallinisch körnig. Ihm ähnlich sind Titaneisenstein und Menakeisenstein.

13. Spatheisenstein, ist kohlen-saures Eisenoxydul oder Eisenspath als Gestein. Dem Kalkspath ähnlich, aber schwerer und meist grau oder gelblich, durch Verwitterung sogar braun (in Brauneisenstein übergehend). Späthig oder körnig. Den dichten Spatheisenstein nennt man:

14. Thoneisenstein oder **Sphärosiderit**; dieser zeigt erdigen Bruch und ist oft mit Thon, Kiesel oder Brauneisenstein gemengt.

C. Salze als Gesteine.

§. 47.

15. Steinsalz (salzsaures Natron, Chlornatrium), d. i. Kochsalz als Gestein. Auflöslichkeit und Geschmack lassen dieses Gestein sehr leicht erkennen, selbst dann, wenn es mit Thon gemengt als

16. Salzthon auftritt.

D. Kalkstein, Dolomit und Gyps.

§. 48.

17. Kalkstein. Alle Kalksteine bestehen aus kohlen-saurer Kalkerde oder Kalkspath als Gestein, alle brausen mit Säuren auf und sind nicht sehr hart, d. h. sie lassen sich noch leicht mit dem Messer ritzen. Auch ihr specifisches Gewicht ist ein mittleres. Es werden z. B. unterschieden je nach Textur und Mengung:

a) Körniger Kalkstein (Marmor), körnig, meist weifs, höchstens etwas gelblich, röthlich oder grau. Zuweilen mit accessorischen Gemengtheilen.

b) Dichter Kalkstein. Bruch dicht bis erdig, weifs, gelblich, röthlich, grau, blaugrau, dunkelgrau bis schwarz.

c) Stinkstein, bituminöser Kalkstein, stets grau bis schwarz, beim Reiben oder Schlagen stinkend.

d) Mergelkalkstein, dichter, mit Thon und Kiesel gemengter Kalkstein. Farben wie bei b. Bildet Uebergänge in Mergel.

- e) Kieselkalkstein, mit Kiesel gemengter dichter Kalkstein.
- f) Dolomitischer Kalkstein mit Beimengung von Rautenspath, die man aber oft nur durch chemische Analyse erkennen kann. Bildet Uebergänge in Dolomit.
- g) Eisenkalkstein, mit sehr viel Eisenoxydhydrat gemengt, bildet Uebergänge in Brauneisenstein.
- h) Kreide, erdiger, weifsabfärbender Kalkstein, unter dem Mikroskop erkennt man, dafs die Kreide aus lauter sehr kleinen organischen Resten besteht.
- i) Rogenstein (Oolith), oolithischer, aus Kügelchen zusammengesetzter Kalkstein, meist grau.
- k) Erbsenstein (Pisolith), aus erbsenförmig concentrisch schaligen Kügelchen zusammengesetzter Kalkstein.
- l) Kalksinter, aus dünnen faserigen Lagen zusammengesetzter Kalkstein.
- m) Kalktuff (Travertin), ein poröser, sehr oft organische Körper, besonders Moosarten, inkrustirender Kalkstein.
- n) Rauchwacke, ein durchaus zelliger und drusiger Kalkstein.
- o) Kalkbreccie, dichter Kalkstein, welcher Kalksteinstücke von anderer Färbung oder Textur umschliesst.

NB. Die Formationsunterschiede und Benennungen der Kalksteine, wie Muschelkalk, Süßwasserkalk u. s. w., gehören nicht hierher und werden später besprochen werden.

18. Dolomit, Rautenspath (aus kohlensaurer Kalkerde und Talkerde bestehend) als Gestein. Dem Kalkstein sehr ähnlich, ein wenig schwerer, nicht so stark (oft nur sehr wenig) mit Säuren brausend. Durch Beimengung von Kalkspath in dolomitischen Kalkstein übergehend.

Es werden z. B. unterschieden:

- a) Körniger Dolomit, diefs ist die gewöhnlichste Varietät. Er ist meist rauher anzufühlen, drusiger oder zuckerartiger als körniger Kalkstein, von dem er jedoch zuweilen nur durch chemische Untersuchung unterschieden werden kann. Zuweilen zerfällt er sandartig in lauter kleine Rautenspathrhomboeder. Meist weifs, gelb oder grau.
- b) Dichter Dolomit, weit seltener als dichter Kalkstein, gewöhnlich mit Kalkspath gemengt. Zuweilen bituminös, dann beim Reiben stinkend.
- c) Erdiger Dolomit, wenn grau, bituminös und staubartig, auch Asche genannt.
- d) Zellendolomit, zellig und drusig wie die Rauchwacke.
- e) Dolomitmergel, mit Thon gemengt.
- f) Bituminöser Dolomit.

19. Gyps, schwefelsauere Kalkerde mit Wasser, als Gestein. Weich, d. h. mit dem Fingernagel ritzbar. Am häufigsten weiß, doch auch grau, gelblich röthlich oder bunt. Textur verschieden, man unterscheidet danach:

- a) körnigen Gyps (Alabaster), die häufigste Varietät;
- b) porphyrartigen Gyps, es treten einzelne grofse Gypskrystalle in einer feinkörnigen oder fast dichten Grundmasse auf;
- c) späthigen oder blätterigen Gyps, sogenanntes Fraueneis;
- d) Fasergyps;
- e) Schaumgyps, auch Bergmehl genannt.

Am seltensten ist

- f) ganz dichter Gyps.

20. Anhydrit oder **Muriazit**, d. i. wasserfreier Gyps als Gestein, nicht so häufig als Gyps. Gewöhnlich körnig, oft etwas blaulich gefärbt durch Beimengung von etwas Bitumen, welches beim Glühen verschwindet.

E. Kieselgesteine (vorherrschend aus Kieselerde bestehend).

§. 49.

21. Quarz, als Gestein. Sehr hart, vom Stahl nicht ritzbar, sondern damit Funken gebend. In Säuren nicht auflöslich. Man unterscheidet:

- a) Quarzfels, meist weiß und krystallinisch, oft drusig. Bruch muschelig oder splitterig und glas- bis fettglänzend.
- b) Quarzbrockenfels, dasselbe Gestein mit Bruchstücken von Quarz oder anderen Gesteinen, oder auch Quarzbruchstücke, die durch Eisenkiesel verbunden sind.
- c) Quarzschiefer, schieferiger Quarzfels, oft mit etwas Glimmer. Dieses Gestein scheint zuweilen in Glimmerschiefer oder auch in einen quarzigen Sandstein überzugehen und wird im letzteren Falle Quarzit genannt.
- d) Kieselschiefer (Lydit), durch Kohlenbeimengung dunkel gefärbter dichter Quarzschiefer, oft von weißen Quarzadern durchzogen.
- e) Hornstein, dicht, vielfarbig, mit glattem, muscheligen oder splitterigem Bruch.
- f) Feuerstein, nur eine besondere Varietät grauen oder gelblichen Hornsteins, welche gewöhnlich zur Herstellung der Feuersteine benutzt ward.
- g) Eisenkiesel, ein sehr eisenoxydreiches dichtes Kieselgestein, roth, gelb oder braun bis schwarz. Sehr schwer zersprengbar.
- h) Jaspis, buntfarbiger Hornstein. Vieles, was Jaspis genannt zu werden pflegt, gehört jedoch nicht eigentlich hierher.

i) Achat, ein lagenförmig oder in anderer Weise aus Quarz, Amethyst, Hornstein, Chalcedon, Carneol und dergleichen zusammengesetztes Kieselgestein.

k) Kieselsinter und Kieseltuff. Beide nur selten.

l) Trippel, Polirschiefer und Kieselguhr. Bestehen ganz aus den Kieselschalen mikroskopisch kleiner Thierchen. Erdig, rauh.

II. Dichte oder krystallinisch körnige gemengte Gesteine.

F. Thongesteine.

§. 50.

Der bequemerem Uebersicht wegen sondere ich dieselben in dichte oder erdige und in schieferige Thongesteine, rechne aber die kalkhaltigen sogenannten Mergel mit dazu, da in der That der Kalkgehalt in denselben etwas sehr Untergeordnetes und nur technisch wichtig ist.

a. Dichte und erdige Thongesteine.

22. Thon (Töpferthon), vorherrschend aus Thonerde und Kieselerde gemengt, im Wasser erweichend und knetbar. Meist hell blaugrau. Der Thon ist zuweilen auch etwas bituminös: bituminöser Thon. Hierzu sind anhangsweise zu rechnen:

a) Porzellanerde (Kaolin oder zersetzter Feldspath), dieselbe Mengung, aber reiner als Thon, deshalb weiß, erdig.

b) Walkerde, ein Zersetzungsproduct mehrerer Gesteine, thonig, etwas fettig anzufühlen, im Wasser zerspringend.

23. Lehm, ein mit Eisenoxyd und Sand gemengter meist bräunlich gelber Thon. Hierzu rechne ich anhangsweise die Gelberde, d. i. Thon mit sehr viel Eisenoxydhydrat oder Eisenoxydhydrat mit wenig Thon. Gelb bis braun, erdig, abfärbend.

24. Thonstein, verhärteter Thon oder auch in gewissem Grade zersetzter Felsitfels. Ein sehr unbestimmtes Gestein, geht zuweilen auch in Jaspis oder in Porphyr über. Dicht, mit erdigem Bruch.

25. Gebrannter Thon, Porzellanjaspis und Erdschlacke sind durch Kohlenbrände veränderte Thonarten.

26. Mergel, ein mit kohlensauerem Kalk gemengter Thon (Kalkgehalt 5—30%), dicht oder erdig, an der Luft zerfallend, grau, oft durch Eisenoxydationsstufen röthlich oder grünlich. Zuweilen bituminös und dann dunkler.

b. Schieferige Thongesteine.

27. Mergelschiefer, ist häufiger als dichter Mergel, übrigens demselben entsprechend; doch unterscheidet man weit bestimmter bituminösen Mergelschiefer und Kupferschiefer, welcher letztere ein kupfererzhaltiger bituminöser Mergelschiefer ist.

28. Schieferthon, ein schieferiger Thon, zuweilen sandig oder sehr glimmerhaltig. Im Bruch erdig, ziemlich weich. Vielfarbig, zuweilen bunt. Man hat gewisse bitumen- und kohlenhaltige Schieferthone, Brandschiefer genannt, und andere, welche mit den Steinkohlen zusammen vorzukommen pflegen, Kohlenschiefer.

29. Thonschiefer ist ein sehr vollkommen schieferiger und fester, meist etwas fettglänzender Schieferthon. Es werden unterschieden:

- a) gemeiner Thonschiefer,
- b) Grauwackenschiefer, etwas sandig,
- c) Dach- oder Tafelschiefer, sehr regelmäfsig, dünn und ebenschieferig,
- d) Wetzschiefer, sehr kieselreich und zugleich feinerdig,
- e) Griffelschiefer, nach einer linearen Richtung spaltend,
- f) Knoten- oder Fruchtschiefer, mit dunklen Knoten oder Flecken darin,
- g) Schalsteinschiefer, mit etwas abweichender Grundmasse und Kalkspathkörnern in derselben,
- h) Hornfelsschiefer, sehr von Kieselerde durchdrungen und dadurch hornsteinartig, u. s. w.

30. Alaunschiefer, ein Thonschiefer, welcher kohlen-, kali- und kieshaltig ist und dadurch sich zur Alaunbereitung eignet. Derselbe ist meist sehr schwarz und glänzend, deshalb oft mit Kohlen verwechselt worden.

G. Krystallinische Schiefergesteine.

§. 51.

31. Chloritschiefer, ein krystallinisch schieferiges Gemenge von Chlorit mit etwas Quarz, sehr oft mit porphyrartig eingewachsenen accessorischen Gemengtheilen. Meist grünlich.

32. Talkschiefer, krystallinisch schiefriges Gemenge von

Talk, oft mit etwas Glimmer oder Quarz und mit anderen Mineralien accessorisch. Fettig anzufühlen. Verwandt sind Itakolumit und Talkkalkschiefer.

33. Hornblendeschiefer, krystallinisch schieferiges Gemenge von Hornblende, meist mit etwas Glimmer oder Feldspath, dunkelgrün.

34. Glimmerschiefer, krystallinisch schieferiges Gemenge von Glimmer und Quarz, sehr oft mit etwas Granat, Turmalin oder Andalusit. Verwandt sind Schörlschiefer (s. Turmalinfels), Eisenglimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer (Cipollin).

35. Gneifs, krystallinisch schieferiges Gemenge von Glimmer, Feldspath und Quarz. Der Glimmer wird auch wohl durch Talk, Chlorit, Hornblende, Eisenglimmer und dergleichen vertreten; dann wendet man die Benennungen Talkgneifs, Chloritgneifs, Syenitgneifs, Eisenglimmergneis u. s. w. an. Ganz besonders ist aber zu unterscheiden der

36. Granulitgneifs (Weissstein), in welchem der Glimmer nur ganz untergeordnet auftritt, Feldspath und Quarz aber sehr innig mit einander verwachsen sind.

H. Granitartige krystallinisch körnige Gesteine.

§. 52.

37. Granit, krystallinisch körniges Gemenge aus Feldspath, Glimmer und Quarz. Man unterscheidet neben dem gewöhnlichen Granit noch:

- a) porphyrtigen Granit, der sich durch einzelne große Feldspathkrystalle auszeichnet,
- b) Schriftgranit, in welchem Quarz und Feldspath schriftförmig verwachsen sind,
- c) Gneifsgranit, mit etwas faseriger Textur u. s. w.

Dem Granit verwandt sind:

Dichroitgranit, Miascit und dergl.

38. Protogin, ein Granit, in welchem der Glimmer durch Talk vertreten ist.

39. Granulit, krystallinisches, sehr inniges und kaum noch körniges Gemenge von Feldspath und Quarz.

40. Greisen, krystallinisches Gemenge von Quarz und Glimmer, oft mit etwas Zinnstein.

41. Turmalinfels (Schörlfels), krystallinisches Gemenge von Quarz und Turmalin, oft mit etwas Zinnstein. Zuweilen auch etwas schieferig und dann Turmalinschiefer (Schörlschiefer) genannt.

42. Syenit, krystallinisch körniges Gemenge aus Feldspath und Hornblende, oft auch mit etwas Quarz oder Glimmer, oder mit beiden, und dadurch in Granit übergehend. Zuweilen porphyrartig durch grofse Feldspathkrystalle oder etwas schieferig. Damit verwandt: Zirkonsyenit, Hypersthensyenit.

J. Grünsteine.

§. 53.

43. Grünstein, ein krystallinisch körniges, schieferiges und dichtes Gemenge aus Hornblende oder Pyroxen und Albit. Auch porphyrartig, blasig, mandelstein- und wackenartig. Man unterscheidet nach Mengung und Textur, z. B.

- a) Diorit, bestehend aus Hornblende und Albit, körnig oder schieferig (Dioritschiefer, Grünsteinschiefer).
- b) Diabas (Hypersthensfels, Hyperit), aus Pyroxen und Albit gemengt, körnig oder schieferig (Diabasschiefer, Grünsteinschiefer).
- c) Aphanit oder dichter Grünstein; ob der Albit mit Hornblende oder Pyroxen gemengt ist, läfst sich im dichten Zustande nicht unterscheiden. Zuweilen zugleich schieferig als Aphanitschiefer oder Grünsteinschiefer, oder blasig, oder mandelsteinartig (Mandelstein) oder porphyrartig durch Hornblende-, Augit- oder Albitkrystalle als:
- d) Aphanitporphyr (Grünsteinporphyr).
- e) Gabbro (oder Gabbroit), ein sehr grobkörniger, meist aus krystallinischem Pyroxen und dichtem Felsit bestehender Grünstein, ebenfalls schieferig als Gabbroschiefer.
- f) Wacke, Grünsteinwacke. Alle vorstehenden Varietäten treten zuweilen im wackenartig zersetzten Zustande auf.

44. Serpentin, ein dichtes, schneidbares, fettig anzufühlendes Gestein, vorherrschend grünlich, aber oft durch verschiedene Nuancen der Färbung marmorirt. Vielfach von Asbest- und Pikrolithadern durchzogen, häufig Pyropen porphyrartig einschließend.

45. Eklogit (Omphazitfels), eine grüne krystallinische Strahlstein- oder Omphazitgrundmasse mit Neigung zur Schiefertextur, umschließt braunrothe Granaten.

K. Porphyre.

(Der allen gemeinsame Charakter ist die dichte felsitische Grundmasse.)

§. 54.

46. Granitporphyr, dichte Felsitgrundmasse mit Krystallen von Feldspath, Quarz und Glimmer oder Chlorit; im letzteren Falle wird das Gestein auch Syenitporphyr genannt.

47. Quarzporphyr, dichte Felsitgrundmasse, meist gelb, bräunlich oder röthlich, mit Krystallen von Feldspath und Quarz.

48. Glimmerporphyr, dichte Felsitgrundmasse mit Krystallen von Feldspath und Glimmer. Meist dunkelbraun. Zuweilen blasig oder mandelsteinartig. Auch wackenartig.

49. Hornblendeporphyr, dichte dunkle felsitische Grundmasse mit Krystallen von Hornblende, oder Hornblende und Feldspath. Zuweilen blasig und mandelsteinartig. Auch wackenartig.

50. Felsitfels (Petrosilex, Eurit z. Th.), ein dichtes Felsitgestein, der Grundmasse der Porphyre entsprechend, durch Aufnahme von Krystallen in diese übergehend, durch Zersetzung dagegen in Thonstein oder Kaolin.

51. Pechstein, von pech- oder glasartigem Ansehen, vielfarbig, spröde. Oft mit Felsitkugeln. Damit sehr verwandt

52. Pechsteinporphyr, durch glasige Feldspathkrystalle porphyrartig, und Perlstein (Sphärolit), ein Pechstein mit beinahe oolithischer Textur.

L. Trachyte.

§. 55.

53. Trachyt, ein vorherrschend aus glasigem Feldspath bestehendes Gestein, gewöhnlich mit einzelnen größeren glasigen Feldspathkrystallen in einer feinkörnigen Grundmasse von demselben Mineral, doch auch mit Hornblende, Glimmer und Augit, selbst mit etwas Quarz. Sehr zersetzten Trachyt hat man Domit genannt. Die Grundmasse des Trachyts ist gewöhnlich nicht dicht, sondern feinkörnig.

54. Trachytporphyr, dichte felsitische Grundmasse mit Krystallen von glasigem Feldspath und zuweilen auch Quarz, Hornblende, Glimmer oder Augit.

55. **Phonolith** (Klingstein, Porphyrschiefer), ein dichtes, vorherrschend aus Felsit mit Natrolit (unerkennbar) gemengtes Gestein. In der Regel etwas schieferig, von dunkelgrünlich grauer Farbe, an der äußeren Oberfläche durch eine scharf abgegrenzte weisse Verwitterungsrinde ausgezeichnet. Beim Daraufschlagen hell klingend. Oft porphyrartig durch glasige Feldspathkrystalle, Hornblende oder Augit, selten blasig oder mandelsteinartig, öfters wackenartig zersetzt.

56. **Obsidian**, ganz wie ein dunkles Glas. Obsidianporphyr und Bimsstein nahe verwandt.

M. Augitgesteine (Basalte).

§. 56.

57. **Basalt**, ein schwarzes, dichtes und ziemlich schweres Gestein, welches (durch chemische Untersuchung ermittelt) aus einem innigen Gemenge von Augit und Labrador besteht. Ganz in der Regel enthält dieses dichte Gemenge auch Magneteisenerz und Olivin, die oft porphyrartig darin hervortreten. Ausserdem ist aber der Basalt auch zuweilen porphyrartig durch Augit- oder Hornblendekrystalle. Sehr oft blasig, mandelstein- und wackenartig zersetzt. Daher die Benennungen: porphyrartiger Basalt, schlackiger Basalt, Basaltmandelstein, Basaltwacke.

58. **Dolerit** (Graustein), ein feinkörniges, graues bis schwarzes Gemenge von Augit und Labrador, oft mit etwas Magneteisenerz und Olivin, also ein etwas körniger Basalt, dessen Gemengtheile man einigermaßen unterscheiden kann. Den sehr feinkörnigen Dolerit hat man auch Anamesit genannt. Zuweilen blasig, mandelstein- und wackenartig. Ein verwandtes, aber seltneres Gestein ist der Nephelindolerit; in diesem ist der Labrador des vorigen Gesteins durch Nephelin vertreten.

59. **Leuzitfels**, ein Gemenge aus Augit und Leuzit; also der Labrador des Dolerits ist hier durch Leuzit vertreten. Das Gestein findet sich ziemlich dicht oder porphyrartig durch Leuzitkrystalle, dann auch Leuzitporphyr genannt.

60. **Melaphyr** (Augitporphyr); gewisse basaltähnliche Gesteine ohne Olivin und von meist etwas porphyrartiger

Textur, sehr oft blasig, mandelstein- und wackenartig, hat man mit diesem Namen bezeichnet.

NB. **Lava** ist nicht ein besonderes Gestein, sondern man nennt die unter 53 bis 58 beschriebenen Gesteine dann Laven, wenn sie sich deutlich stromartig aus vulkanischen Oeffnungen ergossen haben, und unterscheidet je nach ihrer Zusammensetzung z. B. Feldspath- oder Trachytlava, Augit- oder Basaltlava, Doleritlava, Leuzitlava u. s. w.

III. Deutlich mechanisch gemengte Gesteine.

N. Tuffgesteine.

§. 57.

Es sind meist lockere mechanische Aggregate einzelner Bestandtheile oder Zerstörungsproducte von den unter 43 bis 60 genannten Gesteinen. Läßt sich die Beziehung zu einem dieser Gesteine deutlich erkennen, so unterscheidet man danach z. B.

61. Tuff und zwar

- a) Grünsteintuff,
- b) Porphyrtuff,
- c) Trachyttuff,
- d) Phonolithtuff,
- e) Basalttuff,
- f) vulkanischen Tuff,
- g) Palagonittuff u. s. w.

O. Trümmergesteine.

§. 58.

Sie sind alle aus der mechanischen Zerstörung anderer Gesteine hervorgegangen.

62. Sandstein, Körner (nicht Krystalle) eines Minerals, ganz in der Regel Quarzkörner, sind durch irgend ein Bindemittel zu einem festen Gestein vereint. Je nach den Bindemitteln unterscheidet man hiernach z. B.

- a) thonigen Sandstein,
- b) mergeligen Sandstein,
- c) kalkigen Sandstein,
- d) Kaolinsandstein,
- e) eisenschüssigen Sandstein,

f) Kieselsandstein (sehr fest) u. s. w.

Wenn aber aufser dem Quarz auch andere Mineralien als Körner auftreten, so unterscheidet man hiernach z. B.

g) Grünsandstein mit Grünerdekörnchen,

h) Arkose, mit Feldspathkörnern,

i) conglomeratartigen Sandstein, wenn nämlich auch kleine Geschiebe darin auftreten.

63. Sand ist das Material eines Sandsteins, ohne verbunden zu sein.

64. Grus nennt man die an der Oberfläche der Gesteine angehäuften noch sandartigen Verwitterungsproducte derselben, so z. B. Granitgrus, Syenitgrus u. s. w.

65. Schutt.

66. Kies und Gerölle.

67. Conglomerat, besteht aus abgerundeten Geschieben von Gesteinen oder Mineralien, die durch irgend ein Bindemittel zu einer Felsmasse vereinigt sind. Man unterscheidet verschiedene Conglomerate je nach der Art der Grundmasse, der vorherrschenden Geschiebe, oder nach dem relativen Alter.

68. Breccie unterscheidet sich vom Conglomerat nur dadurch, daß die verbundenen Gesteinstheile nicht zu Geschieben abgerundet, sondern noch eckige Bruchstücke sind. Auch hierbei unterscheidet man, je nach Bindemitteln und Bruchstücken, z. B. Porphyrbreccie, Gneifsbreccie, Knochenbreccie u. s. w.

§. 59.

Die hier genannten sind, wie gesagt, bei weitem nicht alle Gesteine, welche man kennt, aber es sind die wichtigsten und verbreitesten. Ausführlicheres über dieselben folgt später. Da die Textur der Gesteine das unter allen zuerst und am meisten in die Augen fallende Kennzeichen ist, so habe ich in der Tabelle I. versucht, die wichtigsten Gesteine nach ihrer Textur zu ordnen, welche ganz künstliche Anordnung das Bestimmen aufgefundenener Gesteine vielleicht etwas erleichtern wird.

§. 60.

Die meisten dieser Gesteine bilden Uebergänge in einander, obwohl das in vorstehender kurzen Uebersicht nur hier

und da erwähnt ist. Diese Uebergänge sind theils blofs scheinbare, d. h. auf äufsere Aehnlichkeit begründete, theils wirkliche. Die wirklichen aber sind wieder theils mechanischer, theils chemischer Art. Mechanisch z. B. indem die körnige Textur in die schieferige oder porphyrartige übergeht, oder indem zu den Gemengtheilen eines Gesteins allmählig ein neuer hinzutritt oder ein vorhandener verschwindet. Chemisch, indem durch allmählige Umwandlung (Metamorphose) die einzelnen zusammensetzenden Mineralien in andere übergehen, ein historischer Vorgang, dessen Stadien man zuweilen räumlich neben einander beobachten kann; so ist z. B. der wackenartige Zustand der Gesteine oft durch solche allmählige Umwandlung von der Oberfläche ausgehend bedingt.

Structur der Gesteine.

A. Absonderung.

§. 61.

Die Zertheilung der Gesteinsmassen durch innere Grenzen in mehr oder weniger regelmässige Gestalten nennt man Absonderung. Jede Absonderung ist bewirkt durch Klüfte (feine Spalten). Diese Klüfte aber sind entstanden durch Zusammenziehung der von ihnen umschlossenen Massen.

Unregelmässige Absonderung (Zerklüftung).

§. 62.

Man nennt ein Gestein unregelmässig abgesondert, unbestimmt massig abgesondert oder zerklüftet, wenn die das Ganze zertheilenden Klüfte keinem bestimmten Gesetze folgen und daher keine regelmässigen, sondern Theile von ganz unbestimmter Form absondern. Sind die Theile groß, so pflegt man den Ausdruck „unbestimmt massig“ zu brauchen, sind sie klein, so sagt man gewöhnlich nur: Das Gestein ist vielfach zerklüftet. (Beides häufig am Granit, Porphyr, körnigen Kalkstein, Quarzfels u. s. w.) Die unregelmässige Absonderung läßt jedoch oft eine gewisse Tendenz zu einer der regelmässigen Gestaltungen wahrnehmen und kann endlich sogar Uebergänge in dieselben bilden.

Regelmäßige Absonderung.

§. 63.

Folgt die Richtung der zertheilten Klüfte bestimmten Gesetzen, so daß dadurch lauter unter sich ähnliche Körper gebildet werden, so nennt man das regelmäßige Absonderung. Unter den regelmäßigen Absonderungen der Gesteine sind die häufigsten folgende:

§. 64.

1. Säulenförmige Absonderung. Das Gestein ist in drei- bis neunseitige, am häufigsten in fünf- oder sechsseitige Prismen zerspalten. Ihre Dicke schwankt gewöhnlich zwischen $\frac{1}{4}$ bis 4 Fufs. Ihre Länge erreicht bis 80 Fufs, doch sind sie bei gröfser Länge stets wieder in einzelne Säulenstücke abgesondert, „gegliedert“. Die Abgliederungsflächen sind meist eben, nur in seltenen Fällen concav und convex. Die Säulen sind meist gerade und einander parallel, oft aber auch gebogen, radial, federförmig oder unregelmäßig gruppiert. Sehr häufig stehen sie rechtwinkelig auf den Grenzflächen des Gesteins. Sehr dünne Säulen nennt man auch wohl Stengel, sehr dicke: Pfeiler. Diese säulenförmige Absonderung kommt ganz besonders schön und häufig beim Basalt vor, doch auch bei Porphyren und Grünsteinen.

§. 65.

2. Kugelförmige Absonderung. Das ganze Gestein ist in Kugeln von $\frac{1}{2}$ bis 3 oder 4 Fufs Durchmesser abgesondert, deren eckige Zwischenräume natürlich aus demselben Gestein bestehen. Diese Kugeln sind in der Regel zugleich concentrisch schalig abgesondert, und manchmal bilden die linear an einander gereihten Kugeln auch noch Säulen, oder vielmehr säulenförmige und kugelförmige Absonderung sind so mit einander combinirt, daß die einzelnen Säulen aus lauter Kugeln bestehen.

Auch diese Absonderung ist sehr häufig am Basalt zu finden, doch auch am Grünstein, Granit und Syenit.

§. 66.

3. Plattenförmige Absonderung. Das Gestein ist in lauter Platten oder Tafeln von ähnlicher Dicke zerspalten.

Zuweilen sind dicke Säulen rechtwinkelig oder schräg auf ihre Axe in lauter regelmässige Tafeln abgesondert. Die Platten- und Tafelform kommt besonders vor beim Phonolith, Basalt und Porphyr.

§. 67.

4. Schalenförmig abgesondert nennt man ein Gestein, wenn es in lauter gekrümmte Platten zerspalten ist. So zerfallen oft die Kugeln in concentrische Schalen, und die Säulen bestehen zuweilen aus unregelmässig gekrümmten, wodurch sie ein damascirtes Ansehen erhalten. Porphyre zeigen besonders häufig schalige Absonderung.

§. 68.

5. Parallelepipedische Absonderung. Manche Gesteine sind durch parallele Klüfte abgesondert, die sich nach drei Richtungen unter spitzen oder fast rechten Winkeln durchschneiden. Dadurch entstehen natürlich Rhomboedern oder Würfeln ähnliche Gesteinskörper. Gneifs, Glimmerschiefer, Porphyr und Kalksteine zeigen öfters eine solche parallelepipedische Absonderung.

§. 69.

6. Die cylindrische Absonderung gehört zu den seltensten Erscheinungen; doch kennt man sie am Trachyt des Siebengebirges.

Dafs zuweilen mehrere Absonderungsformen mit einander combinirt auftreten können, haben wir bereits gesehen.

B. Schichtung.

§. 70.

So nennt man die Trennung der Gesteine in unter sich ziemlich parallel liegende Platten, sobald aus der Natur des Gesteins und der Absonderung hervorgeht, dafs die einzelnen Platten, Schichten, succesiv über einander gebildet worden sind. Die Feststellung dieses Begriffes stützt sich somit zugleich auf eine Beurtheilung der Entstehungsart und ist deshalb für Anfänger besonders schwierig.

§. 71.

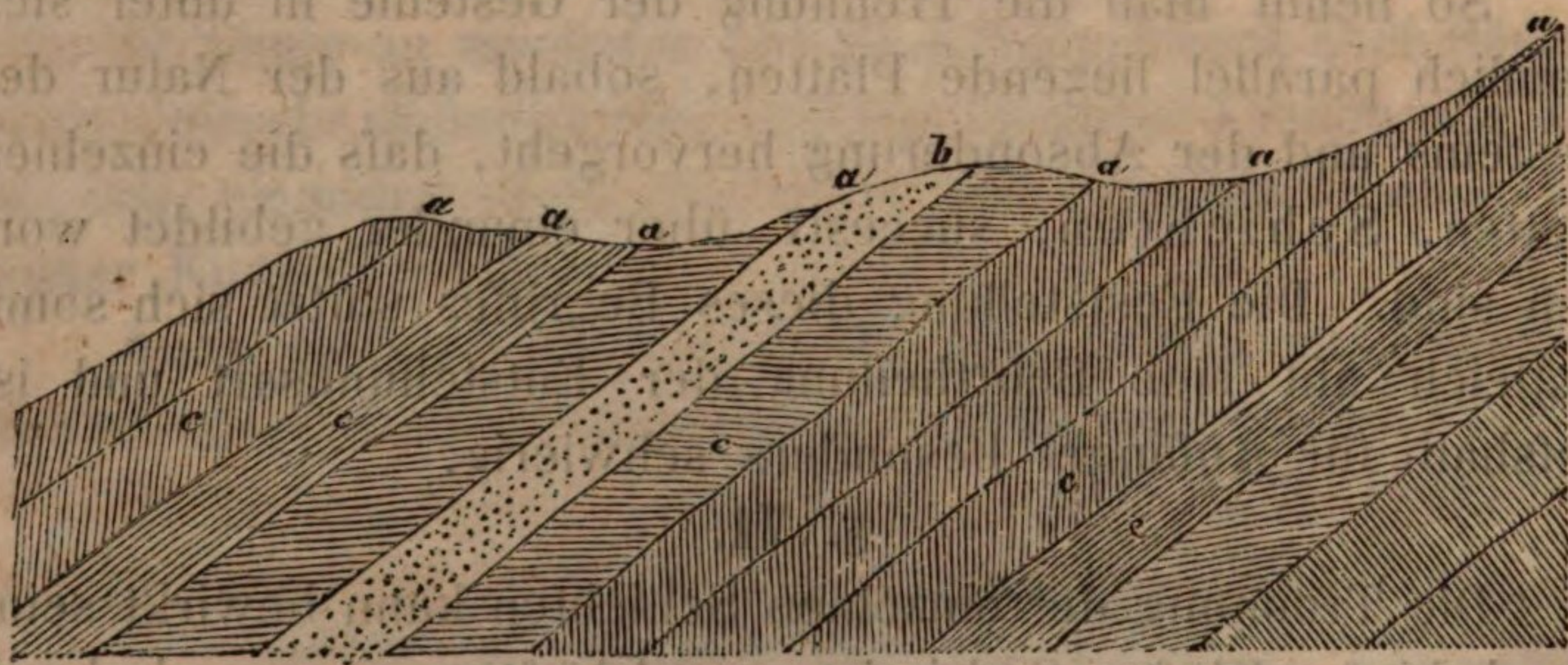
Die Trennung der einzelnen Schichten kann bewirkt sein: durch blofse Klüfte, Schichtungsklüfte, oder auch durch

Verschiedenheit des Gesteins der übereinander liegenden Schichten. Conglomerat- oder Sandsteinschichten sind häufig getrennt durch thonige Zwischenlagen, Kalksteinschichten durch Mergel, Kohlschichten durch Letten, Schieferthon, Sandstein u. s. w., oder es sind die einzelnen Schichten verschieden gefärbt, in welchem letzteren Falle kein Zweifel über die wahre Schichtnatur entstehen kann, was allerdings dann leicht möglich ist, wenn alle einzelnen Schichten genau dieselbe Beschaffenheit zeigen, der Art, daß man ihre Trennung auch allenfalls für Folge einer später eingetretenen Absonderung halten könnte.

Schieferung und Schichtung.

§. 72.

Die Schieferung der Gesteine, welche in manchen Fällen nichts Anderes als eine sehr dünne Schichtung zu sein scheint, verhält sich dennoch zuweilen so zur Schichtung, daß man sie durchaus für das Resultat eines erst später erfolgten Vorganges halten muß, der von der Schichtung gänzlich unabhängig ist. Sie ist nämlich häufig der Schichtung nicht parallel, sondern durchschneidet die Schichtungsebenen unter spitzen (bei *c.*) oder sogar rechten Winkeln (rechte Ecke unten), und dabei ist sie wieder zuweilen in allen übereinander liegenden Schichten unter sich parallel oder in jeder einzelnen Schicht etwas anders gerichtet, ja sogar in derselben Schicht wechselnd. Daß man es in solchen Fällen wirklich mit „abweichender Schichtung“ zu thun hat, wird dann besonders deutlich, wenn Gesteinsschichten besonderer Art (*b*) zwischen solchen von unter sich gleicher Art (*a. a.*) lagern.



§. 73.

Aehnlich verhält es sich mit gewissen

Streifungen in den Schichten.

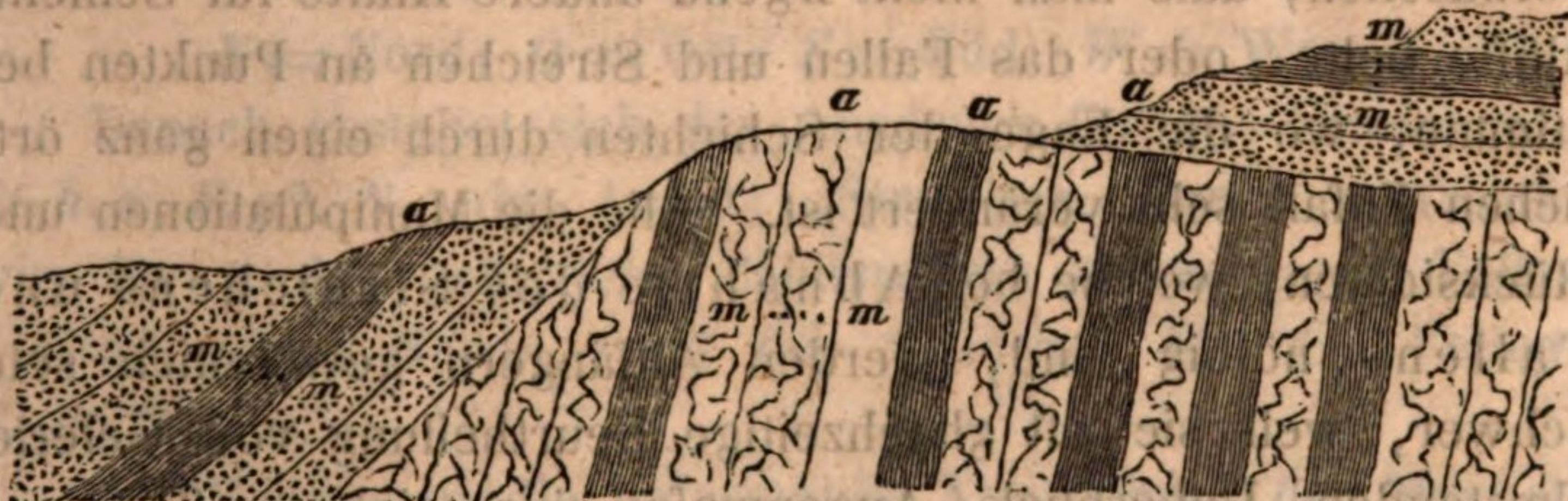
Oft sind nämlich die Schichten, vorzüglich Sandsteinschichten, durch auffallende Streifung ausgezeichnet, welche in sich wieder einer höchst feinen Schichtung zu entsprechen scheint. Diese durch Korn oder Färbung erkennbare Streifung ist wie die Schieferung keineswegs immer der Schichtung im Großen parallel, sondern häufig von der Hauptrichtung abweichend, gebogen und auch unter sich nicht constant, vielfach von einander abweichend.

Man hat diese der Schieferung entsprechende Streifung vieler Sandsteine durch Wellenschlag zu erklären versucht, welcher feine Sandlagen in dieser Weise anhäuft.

Bezeichnungen an den Schichten.

§. 74.

Die rechtwinkelige Entfernung von einer breiten Begrenzungsfläche, Seite, einer Schicht zur anderen heisst die Dicke oder Mächtigkeit der Schicht (*m. m.*). Diese steigt von Papierdünne bis zu 20 — 30 Fufs an. Die Ausdehnung nach den übrigen Richtungen ist gewöhnlich sehr groß, oft unbestimmbar.



Wenn die schmalen Enden der Schichten irgendwo die Gebirgsoberfläche berühren, „zu Tage ausgehen oder austreichen“, so nennt man das ihre Ausgehenden, ihr Austreichen (*a. a.*) oder, wenn die Schichten sehr aufgerichtet sind, mit ihren breiten Seiten nahe senkrecht stehen, Schichtenköpfe. Von einer bestimmten Schicht, etwa einer Kohlschicht, ausgehend, pflegt man die darunter befindliche die Sohle und die darüber liegende das Dach zu nennen.

Stellung der Schichten.

§. 75.

Die Schichten liegen horizontal „söhlig“, geneigt „flach“, oder stehen senkrecht „saiger“; im letzteren Falle sagt man gewöhnlich: sie stehen auf dem Kopfe, im zweiten spricht man oft von aufgerichteter Schichtung (s. vorigen Holzschnitt). Man bestimmt die Lage der Schichten mit Hilfe von Compafs und Gradbogen nach der Richtung zweier auf ihren Seitenflächen zu denkenden Linien. Eine auf der Seitenfläche gezogene oder gedachte Horizontallinie bestimmt das Streichen, und eine andere, diese rechtwinkelig schneidende, das Fallen der Schicht. Daraus geht von selbst hervor, daß die letztere stets den Weg bezeichnet, welchen auf die geneigte Schichtfläche gegossenes Wasser einschlagen würde. Bei senkrechter Schichtung steht auch die Falllinie senkrecht, und es kann hier somit nicht angegeben werden, nach welcher Himmelsgegend sie sich neigt, was bei geneigter Schichtung verlangt wird. Bei ganz söhlicher Schichtung liegt natürlich die Falllinie wie die Streichlinie horizontal, und es findet keine Unterscheidung mehr statt. Bei Bestimmung („Abnahme“) des Streichens und Fallens der Schichten hat man sich stets sehr vorzusehen, daß man nicht irgend andere Klüfte für Schichtklüfte halte, oder das Fallen und Streichen an Punkten bestimme, wo die Lage der Schichten durch einen ganz örtlichen Zufall sehr verändert ist. Alle die Manipulationen und Rücksichten, welche bei Abnahme des Streichens und Fallens nöthig sind, werden Anfängern gewöhnlich sehr schwer, weil sie oft gleichzeitige Beurtheilung von vielerlei Umständen, Ueberblick, Augenmaß, einen sicheren Takt und folglich durchaus viele Uebung erfordern, wenn sie zuverlässig sein sollen.

§. 76.

Die Anwendung der verschiedenartig eingerichteten Compasse oder Gradbögen oder Verbindungen beider muß in der Regel durch Vorzeigung deutlich gemacht werden, da die nothwendig sehr complicirte Beschreibung des Instrumentes und der Manipulation ohne praktische Anweisung von den Wenigsten mit nöthiger Bestimmtheit aufgefaßt werden würde.

Einige Hauptregeln dabei sind folgende:

1. Man bestimmt das Streichen, indem man die Nordlinie des Compasses der Streichlinie parallel hält und nun die Stunde oder den Grad abschließt, auf welchem die Nadel einspielt. Die Richtung des Fallens und der Grad der Neigung müssen noch besonders notirt werden.

2. Einfacher ist es in vielen Fällen, sogleich das Fallen zu bestimmen, indem man die Nordlinie des Instrumentes der Falllinie parallel hält und diese Richtung noch näher durch Angabe der Himmelsgegend bezeichnet, nach welcher die Neigung stattfindet. Das Streichen kann man dann stets berechnen durch Addition oder Subtraction von 6 Stunden oder 90° , je nach Einrichtung des Instrumentes.

3. Den Grad des Fallens bestimmt man, indem man den Durchmesser des Gradbogens der Falllinie parallel hält und nun die Einspielung des Pendels beobachtet.

4. Der gewöhnliche bergmännische Compass ist in zweimal 12 Stunden eingetheilt. Für den schriftlichen Ausdruck bedient man sich hierauf bezüglichlicher kurzer Zeichen, z. B. folgender:

St = Streichen; F = Fallen;

h = Stunde (hora);

N = Nord; O = Ost; S = Süd; W = West.

Danach gestaltet sich der Ausdruck für das Streichen:

$St. h. x. F. y^\circ. N.$, das heißt: „Streichen Stunde x (wofür wie für y der gefundene Zahlenwerth einzusetzen) Fallen y Grad gegen Nord“, und der Ausdruck für das Fallen: $F. y^\circ. N. h. x$.

5. Wenn man die jedesmalige Abweichung der Magnetnadel vom wahren Norden nicht selbst in Rechnung bringt, so muß dieß zugleich mit dem Jahre der Beobachtung bemerkt werden. Die westliche Abweichung beträgt gegenwärtig im mittleren Deutschland durchschnittlich $17 - 18^\circ$ oder $1\frac{1}{4}$ Stunde des bergmännischen Compasses.

6. Um das allgemeine Streichen und Fallen einer Gebirgsart zu bestimmen, muß man stets aus den Resultaten mehrerer in gewissen Abständen angestellter Beobachtungen das arithmetische Mittel ziehen, und bei keiner Beobachtung

darf man sich durch specielle Windungen der Schichten irre leiten lassen.

Die Ermittlung des Streichens und Fallens der Schichten hat nicht bloß wissenschaftlichen, sondern oft auch einen sehr praktischen Werth, weil man daraus mit Wahrscheinlichkeit auf ihre Fortsetzung schliessen kann, d. h. auf die Stellen, wo man hoffen kann, sie wiederzufinden.

Besondere Beziehungen der Schichten.

§. 77.

Da die Schichten Resultate succesiver Aufeinanderlagerungen sind, so kann ihre ursprüngliche Lage, wenigstens bei den mechanisch abgelagerten Gesteinen, nie sehr stark geneigt sein und muß dem Boden ziemlich entsprechen, auf welchem die Ablagerung erfolgte. Dieser Zustand ist aber häufig durch spätere Ereignisse gestört worden, und wir finden wirkliche Schichten ganz mechanischer Gebilde zuweilen fast senkrecht und zuweilen so außerordentlich gebogen, gewunden oder zerbrochen, daß man diese Verhalten durchaus für secundäre, erst nach der Ablagerung eingetretene, halten muß.

Diese Störungen der regelmässigen Lage finden sowohl im Kleinen, als auch im Großen statt.

Linearer Parallelismus.

§. 78.

Die Schichtung bedingt einen Parallelismus der Flächen; es findet sich aber an manchen Gesteinen, wie schon §. 43 erwähnt wurde, auch ein Parallelismus gewisser Linien, indem entweder die Längensaxen einiger oder aller Gemengtheile, oder die Axen gewisser kleiner Falten, Windungen oder Fasern einander parallel laufen. Das Letztere ist nur bei schieferigen oder sehr dünn geschichteten Gesteinen möglich, der erstere Fall des linearen Parallelismus hingegen kann bei allen deutlich gemengten blasigen oder mandelsteinartigen Gesteinen eintreten.

Diese Linien haben zuweilen auf große Erstreckung dieselbe Richtung und können deshalb nicht für ganz bedeutungslos

gehalten werden; deshalb ist es zuweilen wünschenswerth, auch ihre Richtung wenigstens annäherungsweise mit Hilfe des Compasses zu bestimmen.

Aeufsere Gestalt der Gesteinskörper.

§. 79.

Die äufsere Gestalt der Gesteinsmassen hängt theils von der Art ihrer Entstehung, theils von der Gestalt des Raumes ab, in oder auf welchem sie sich bildeten oder noch bilden. Zuweilen ist sie auch wohl eine Folge späterer gewaltsamer Aenderungen.

§. 80.

Gesteine, die sich auf dem Boden des Meeres ablagern, erhalten dadurch nothwendig die Gestalt mehr oder weniger unregelmässiger, gewöhnlich gegen die Ränder hin sich auskeilender Platten, deren untere Fläche der vorgefundenen Gestalt des Meeresbodens entspricht, während die obere sich einer horizontalen Ebene nähert. Besteht eine solche meeri-sche Ablagerung aus mehreren ohne Unterbrechung nach- und übereinander gebildeten Gesteinen, so werden alle die, welche nach der ersten Nivellirung der Bodenfläche abgelagert wurden, in dem gröfseren Theile ihrer Erstreckung eine beinahe vollkommene Plattenform erhalten, und man nennt diese Körper dann Lager, Flötze oder Bänke. Ist aber die Plattenform sehr wenig erreicht, die Gestalt vielmehr eine sehr unregelmässige, der einer horizontal liegenden kurzen und dicken Platte nur ungefähr genäherte, so nennt man diefs liegende Stöcke.

Diese Form scheint in der Regel die Folge besonderer Krystallisationskraft bei der Gesteinsbildung zu sein; sie ist z. B. bei Gyps und Steinsalz sehr gewöhnlich. Butzen, Nieren und Nester sind im Grunde nur andere, etwas modificirende Ausdrücke dafür.

§. 81.

Einige Gesteine treten in sehr grossen Massen, in ganzen Gebieten, deren besondere Gestalt sich nicht genau ermitteln und noch weniger definiren läfst, an die Erdober-

fläche hervor; nicht selten aber nähert sich die horizontale Umgrenzung solcher Gebiete oder Massivs mehr oder weniger der Gestalt eines Kreises oder einer Ellipse, und man nennt dann diese Gesteinskörper zuweilen Ellipsoide, wiewohl nicht ganz mit Recht, da ihre untere Begrenzungsform nicht bekannt ist. In dieser Gestalt treten Granit, Granulit und dergl. mehrfach zu Tage aus. Die meisten derselben sind wahrscheinlich nur die an die Oberfläche hervorragenden Theile von unterirdischen Bergen oder Hügeln nahe kegelförmiger Gestalt.

§. 82.

Kleinere, unregelmäßige, von anderem Gestein zum Theil oder ganz umschlossene Gesteinskörper nennt man Stöcke, und, wenn sie dabei in verticaler Richtung ausgedehnter sind als in horizontaler, stehende Stöcke. Davon sind aber die Schollen wohl zu unterscheiden, welche zuweilen als losgerissene große Fragmente des einen Gesteins in dem anderen liegen.

§. 83.

Füllen endlich Gesteine deutlich Spalten anderer Gesteine aus, so nennt man sie Gänge, die kleineren Verzweigungen aber, welche von Hauptgängen in Seitenspalten auslaufen, Ramificationen, Trümmer, Ausläufer, oder, wenn sie nur schmal und unregelmäßig sind, Adern. Laufen diese Gänge oder Spaltenausfüllungen der Schichtung oder Schieferung des sie einschließenden Gesteines, des „Nebengesteines,“ parallel, so werden sie lagerförmige Gänge genannt. Gangförmig findet man nicht nur viele eigentliche Gesteine, wie Granit, Porphyr, Basalt, sondern ganz besonders auch jene eigenthümlichen, oft metallreichen Mineralgemenge, welche man deshalb, zum Unterschied von den Gesteinsgängen, Mineral- oder Erzgänge nennt.

Besondere Bezeichnungen an Gängen.

§. 84.

Die Erzgänge, welche ein besonders wichtiger Gegenstand des Bergbaues sind, haben rücksichtlich ihrer Gestalt

und Lage zu einigen technischen Ausdrücken Veranlassung gegeben, welche hier beiläufig erwähnt werden mögen.

Mächtigkeit, Streichen und Fallen werden bei den Gängen gerade so bestimmt, wie bei den Schichten; es unterscheiden aber die Bergleute des Erzgebirges und einiger anderen deutschen Länder je nach dem Fallen:

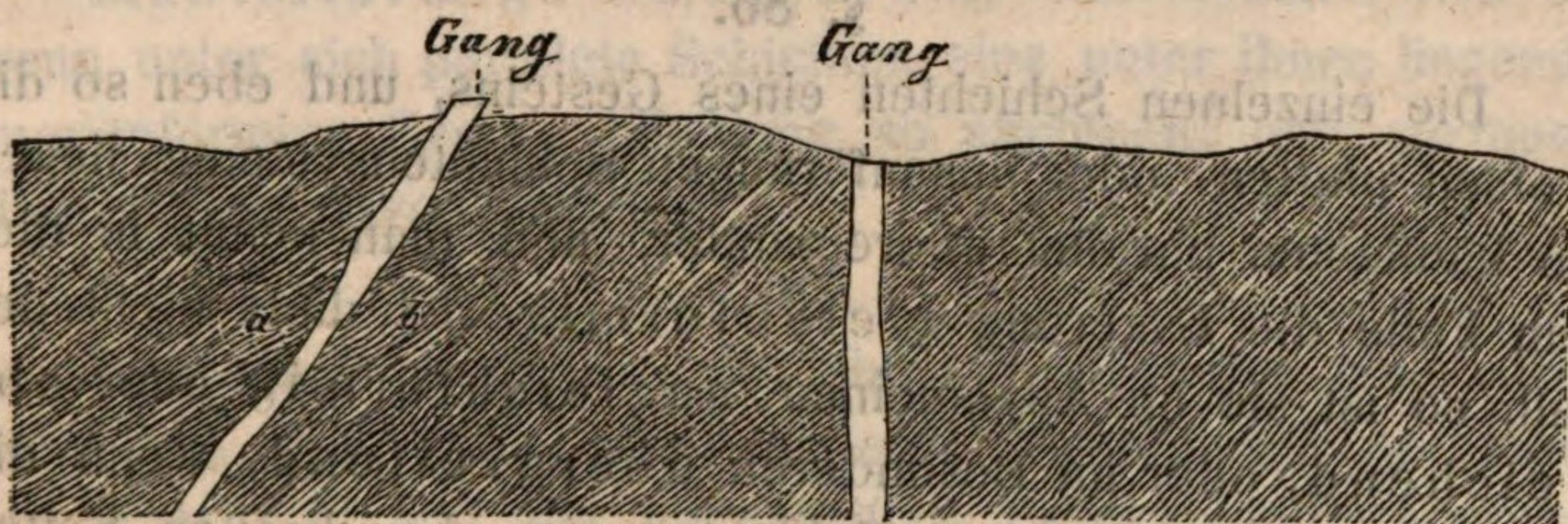
schwebende Gänge	von 0° — 15° Neigung
flachfallende Gänge	„ 15° — 45° „
tonnlägige Gänge	„ 45° — 75° „
fast und völlig saigere Gänge . .	„ 75° — 90° „

und je nach dem Streichen:

stehende Gänge	von Stunde 12 — 3 streichend
Morgengänge	„ „ 3 — 6 „
Spaategänge	„ „ 6 — 9 „
flache Gänge	„ „ 9 — 12 „

sowie in den Wechselstunden 12, 3, 6 und 9 streichende Gänge.

Steht ein Gang nicht ganz senkrecht, so nennt man den Theil seines Nebengesteines, welcher darüber liegt, das Hangende, a, und den Theil, auf welchem der Gang ruht, das Liegende, b.



Die Grenze gegen die Gebirgsoberfläche, auf welche die punktirten Linien des Holzschnittes hinweisen, heisst bei Gängen wie bei Schichten das Ausgehende oder Ausstreichen; bei sehr festen Gesteinsgängen ragt diefs zuweilen mauerförmig über die Erdoberfläche hervor; die beiden breiten Grenzflächen gegen das Nebengestein aber nennt man Ulmen und, wenn sie eine besondere Beschaffenheit zeigen, Bestege oder Salbänder. Nur sehr selten hat

man bis jetzt das völlige Auskeilen der Gänge in der Richtung des Streichens oder Fallens beobachtet. „Der Gang drückt sich zusammen, thut sich auf, keilt sich aus, zertrümmert sich, zerschlägt sich, schlägt einen Haken, stürzt sich, richtet sich auf“ u. s. w., sind an sich leicht verständliche Ausdrücke. Vereinigungen vieler Gänge zu einem Netze nennt man Gangzüge, Trümmerstöcke u. s. w.

Lagerungslehre.

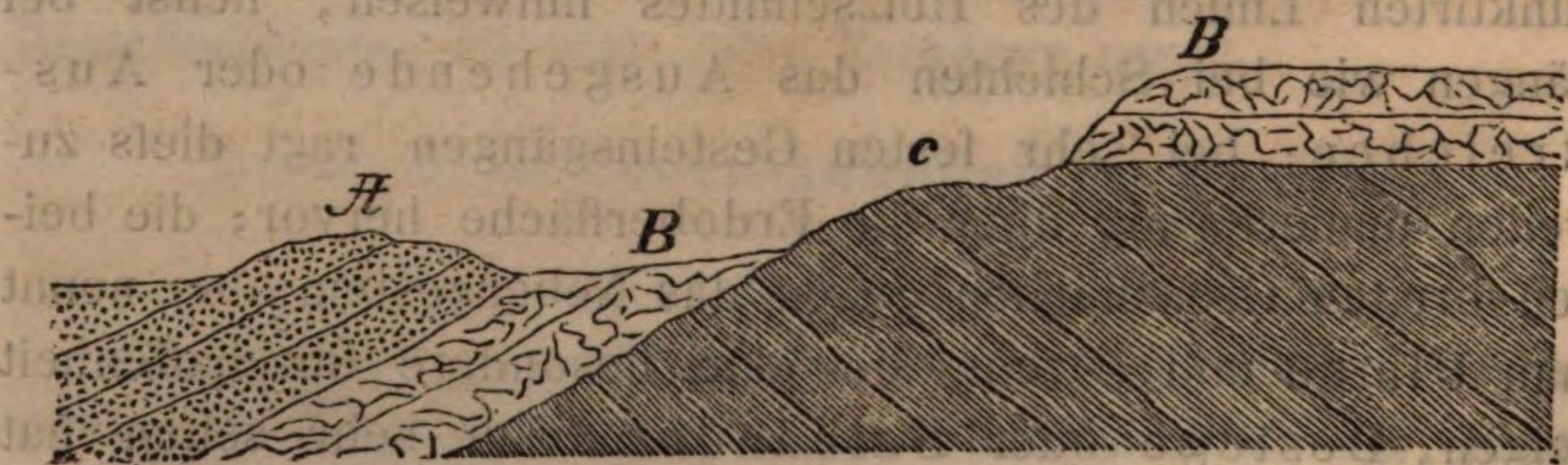
§. 85.

Das räumliche Verhalten der einzelnen Gesteinskörper zu einander und zum Erdganzen nennt man ihre Lagerung. Hierbei ergeben sich zunächst wesentliche Verschiedenheiten zwischen der Lagerung der geschichteten Gesteine, Schiefergesteine, Massengesteine und Ganggesteine.

Lagerung der geschichteten Gesteine oder Schichtensysteme.

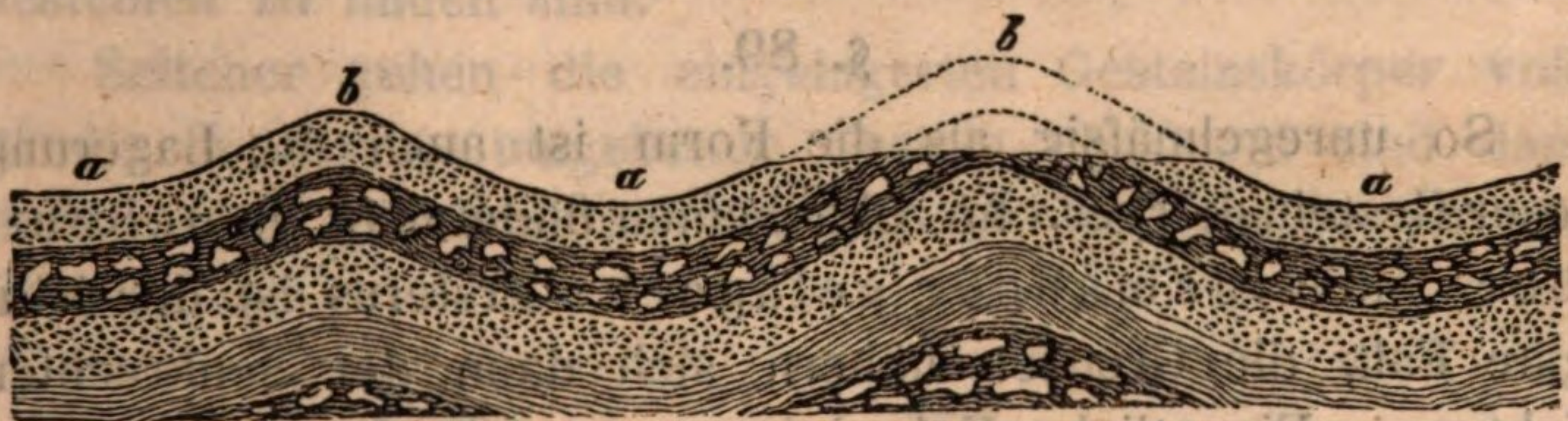
§. 86.

Die einzelnen Schichten eines Gesteins, und eben so die großen platten- oder linsenförmigen Schichtensysteme, liegen am häufigsten parallel übereinander, und man nennt in diesem Falle die Lagerung gleichförmig. Ist dieß nicht der Fall, so ist sie im Allgemeinen ungleichförmig oder abweichend, oder im Besonderen übergreifend, wenn die Ausgehenden der unteren Schichten von den breiten Seiten der oberen überdeckt werden.



Unter sich gleichförmig gelagerte Schichten liegen entweder horizontal oder geneigt (schwebend, flach), oder sie stehen senkrecht, „auf dem Kopfe.“ Ein und dasselbe Schichtensystem kann aber auch abwechselnd alle drei Lagen zeigen, welche durch Biegungen in einander übergehen.

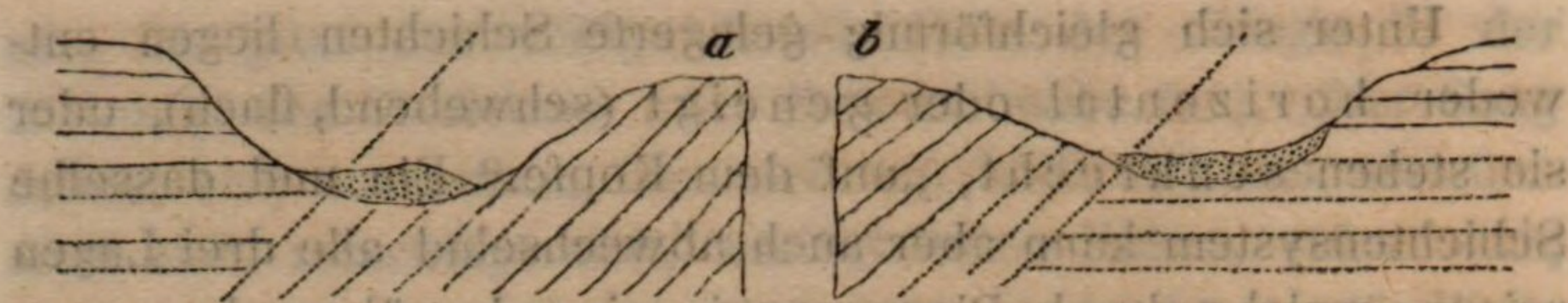
Sind die Schichten so gebogen, daß man daraus schließen kann, sie füllen eine beckenförmige Concavität ihrer Unterlagen aus, so nennt man das Ganze eine becken- oder muldenförmige Einlagerung. Bilden sie dagegen eine einzelne oder mehrere hinter einander liegende wellenförmige Biegungen, so unterscheidet man an ihnen: Mulden (a) und Sättel (b). Wenn dabei ein solcher Sattel nach oben nicht geschlossen, sondern zum Theil zerstört ist, so nennt man seine ideale Ergänzung einen Luftsattel (punktirt bei b.)



Mantelförmige Umlagerung endlich nennt man es, wenn unter sich parallele Schichten eine unter ihnen liegende kuppenförmige Gesteinserhebung so umgeben, daß sie nach allen Seiten davon abfallen.

§. 87.

Beobachtet man die Schichtenausgehenden eines Gesteines in der Nähe eines anderen Gesteines, so kann daraus sehr oft auf die gegenseitige Uebereinanderlagerung geschlossen werden, selbst dann, wenn dieselbe nicht unmittelbar beobachtbar ist, indem man nämlich die Schichtebenen sich ideal verlängert denkt und daraus auf die wahrscheinliche gegenseitige Lagerung schließt. In der Regel kann man voraussetzen, daß die zufallenden Schichten (a) die unterlagernden sind und die abfallenden (b) die überlagernden, wie die beiden folgenden Holzschnitte deutlicher verständlichen mögen; doch sind solche Schlüsse nie ganz sicher.



Lagerung der Schiefergesteine.

§. 88.

Es sind bei diesen ähnliche Folgerungen möglich, wie bei den Schichtgesteinen, jedoch noch weniger sicher, da die Schieferung, wie wir gesehen haben, keineswegs immer eine Folge der parallelen Uebereinanderlagerung und somit nicht allemal der Schichtung entsprechend ist.

Lagerung der Massen- oder unregelmässigen Gesteinskörper.

§. 89.

So unregelmässig als die Form ist auch die Lagerung dieser Gesteinskörper. Im Allgemeinen findet man sie neben-, über- oder ineinander gelagert. Ersteres ist der häufigste Fall, die Grenzen nähern sich dann der senkrechten Richtung. Eigentliche Ueberlagerung auf große Ausdehnung kommt bei Massengesteinen nur selten vor; wohl am häufigsten noch bei Lavaergießungen. Wo sie vorhanden, wird sie oft als eine bloße Modification der Nebeneinanderlagerung anzusehen sein. Ziemlich gewöhnliche Erscheinungen sind dagegen die stockförmigen Ein- und die schollenförmigen Ineinanderlagerungen, indem große Massen des einen Gesteines von einem anderen zum Theil oder gänzlich umschlossen werden (Gneifs oder Glimmerschiefer von Granit, Porphyr u. s. w.). Sind die rings umschlossenen Körper scharf begrenzt, so hat man sie als große Bruchstücke oder Schollen anzusehen, welche auf irgend eine Weise aus ihrem ursprünglichen Zusammenhange gerissen und in ihre jetzige Lage versetzt worden sind. Diese Art der Erklärung liegt oft so deutlich vor Augen, daß sie von keinem Unbefangenen verkannt werden kann; dann nämlich, wenn die Bruchstücke bis zu geringen Größen herab, und vor-

zugsweise an den Grenzen desjenigen Gesteins sich finden, aus dem sie bestehen. Nehmen sie in diesem Falle so sehr an Menge zu, daß die umschließende Masse nur noch ihr Bindemittel abgiebt, so entsteht daraus eine Breccie, ein Conglomerat (Reibungsbreccie, z. B. Porphyry als Bindemittel von Thonschieferstücken, Basalt als Bindemittel von Sandsteinstücken). Es ist einleuchtend, daß das Vorhandensein solcher Bruchstücke stets über das Altersverhältniß der beiden Gesteine entscheidet, denn eingeschlossene Bruchstücke müssen älter (seit länger fest) sein als die umschließende Masse; oft aber deuten sie auch sogar den Weg an, welchen die letztere zurückgelegt hat, ehe sie in festen Zustand überging. Man findet z. B. in hochliegenden Basaltkuppen solche Gesteine, die in der ganzen Umgegend nicht an der Gebirgsoberfläche, sondern erst in gewisser Tiefe, unter anderen Gesteinen zu finden sind.

Seltener gehen die eingelagerten Gesteinskörper vollständig in das sie umgebende Gestein über und sind dann vielleicht als gleichzeitige Gebilde, als Ausscheidungen anzusehen.

Lagerung der Gänge.

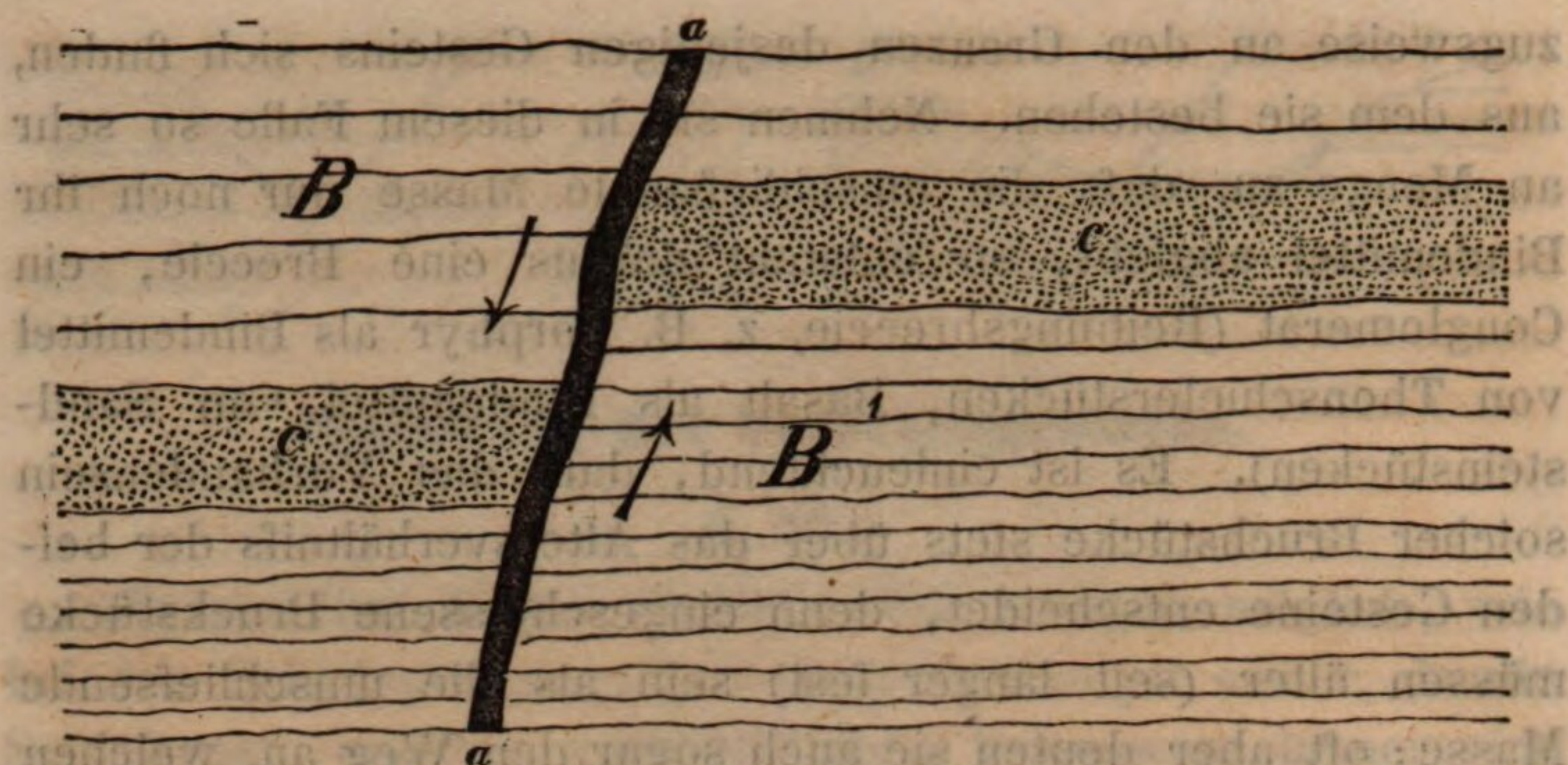
§. 90.

Die verwickeltsten aller Lagerungsverhältnisse, zugleich aber auch in mancher Beziehung die geologisch aufschlußreichsten, kommen bei den Gängen vor.

Verhalten der Gänge gegen das Nebengestein.

§. 91.

Da Gänge Ausfüllungen von Spalten sind, so sind sie auch stets jünger als das Nebengestein, welches sie durchsetzen. Bei Entstehung der Gangspalten müssen oft Bewegungen des Nebengesteins erfolgt sein, deren Resultate wir jetzt sehr deutlich als Verschiebungen, Verwerfungen, wahrnehmen. Am schönsten lassen sich diese bei geschichteten Gesteinen beobachten, z. B. so:



Wenn bei Aufreißung der Gangspalte *a* die eine Seite des Nebengesteins *B* oder *B'* nach der Richtung des darin befindlichen Pfeiles bewegt worden ist, während die andere ruhig blieb, so resultirte daraus die im Holzschnitt angedeutete Verwerfung aller Schichten, deren Gröfse sich am sichersten durch eine besondere Schicht, wie *c*, bestimmen läfst, weil man bei ihr am wenigsten in Zweifel über die Identität sein kann. Stellt diese Zeichnung nicht den Grundriß, sondern den Querschnitt eines solchen Verhältnisses dar, so muß man annehmen, entweder das Hangende des Ganges (*B*) habe sich gesenkt, oder das Liegende (*B'*) sei in die Höhe geschoben worden. Merkwürdig ist es, daß in der Natur nur ausnahmsweise der entgegengesetzte Fall vorkommt, den man durch eine Senkung des Liegenden oder eine Hebung des Hangenden erklären könnte. Die Gröfse der Verwerfungen ist sehr verschieden und steigt in seltenen Fällen bis zu mehreren hundert Fussen an.

§. 92.

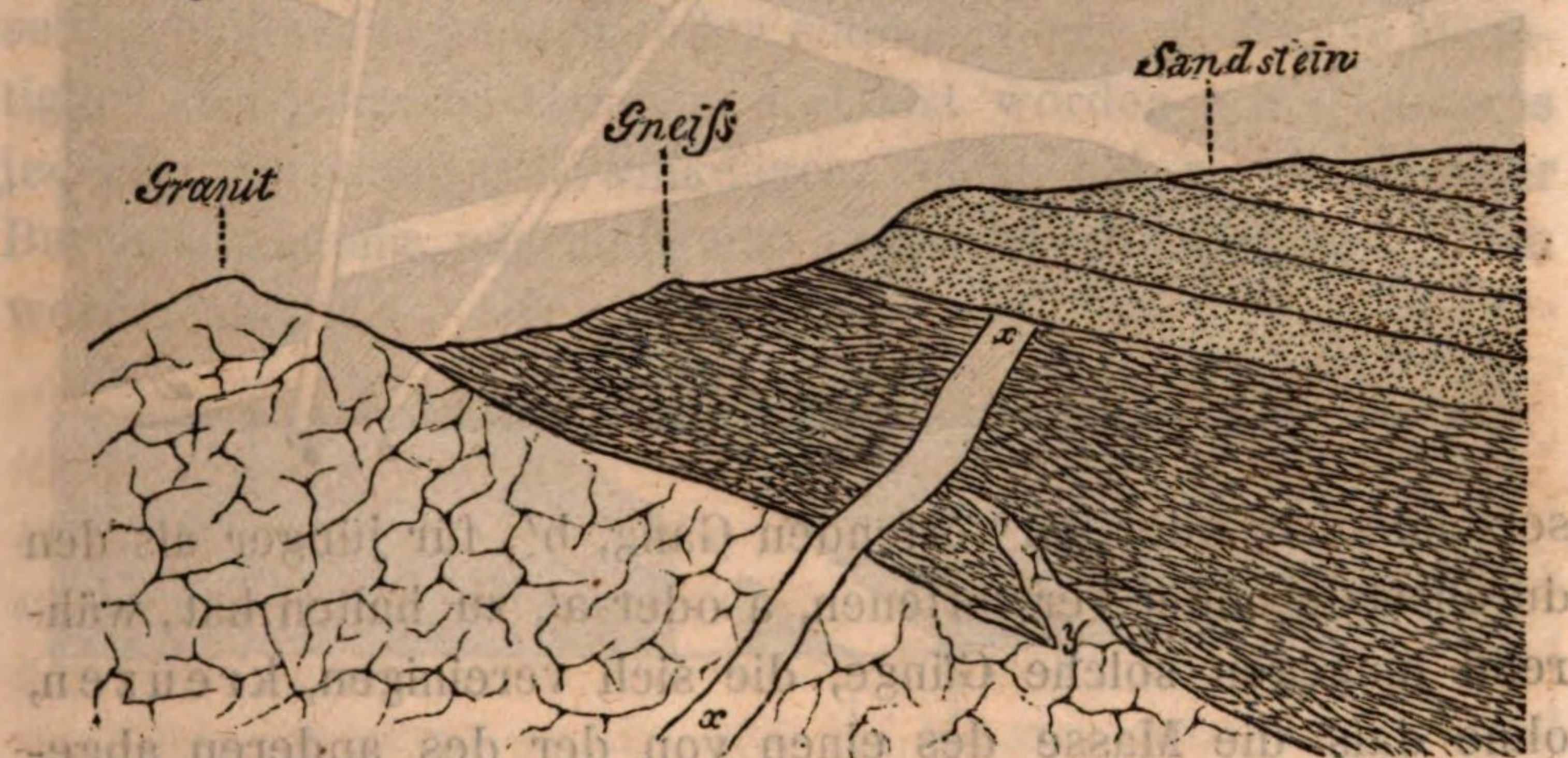
Ein anderes Resultat der Bewegung, vermittelt durch vorhergegangene Spaltung, sind die sogenannten Reibungsflächen, Spiegelflächen, Rutschflächen oder Harnische, von der Natur streifig geschliffene oder polirte Gesteinsflächen. Sie scheinen nicht immer durch Reibung beider Gebirgshälften (des Nebengesteins) aneinander, sondern zuweilen auch durch Reibung des Ganggesteins an seinen Saalbändern bewirkt worden zu sein, und verwechseln darf man sie nicht mit den geglätteten Außenflächen mancher

Felsen, die durch Wirkung von Gletschern, Eisschollen oder Wasser hervorgebracht worden sind.

Die Verwerfungen wie die Reibungsflächen können ebenso durch bloße Klüfte (unausgefüllte Gangspalten) als durch wirkliche Gänge bewirkt werden.

§. 93.

Häufig kommt der Fall vor, daß ein Gang durch mehrere Gesteine fortsetzt; wird er aber durch ein solches in irgend einer Weise plötzlich abgeschnitten, so hat man die abschneidende Gesteinsart für jünger (später an ihre jetzige Stelle gekommen) als den Gang anzusehen.



Der das Ausgehende des Ganges x bedeckende Sandstein muß hier nothwendig jünger sein als der Gang.

Gänge sind zuweilen Ausläufer von Massen, z. B. hier oben der Gang y ist ein Ausläufer, eine Verzweigung der Granitmasse in den Gneiß, woraus zugleich hervorgeht, daß dieser Granit jünger ist als der Gneiß.

Verhalten der Gänge unter sich.

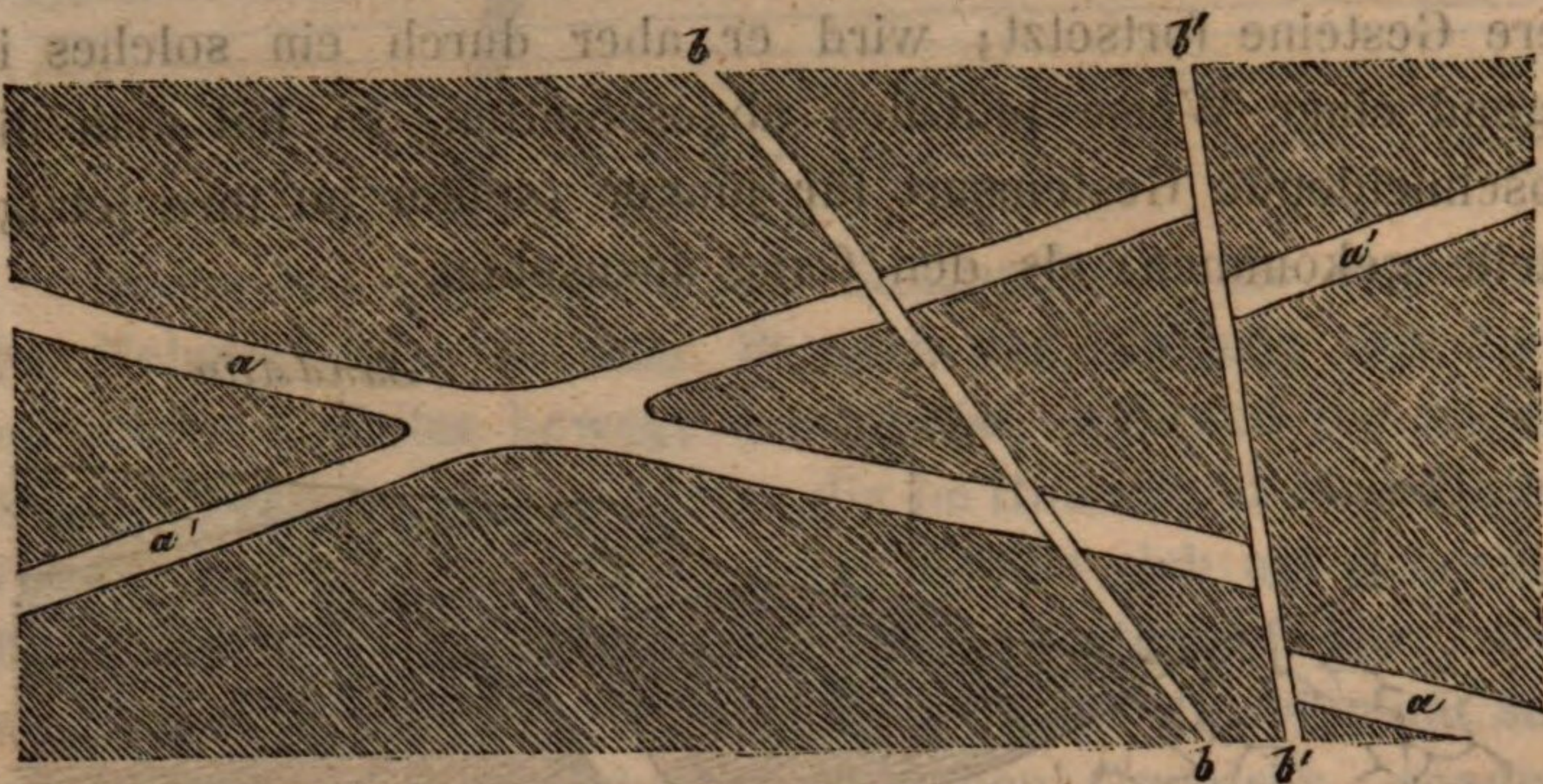
§. 94.

Wenn viele unter sich ähnliche Gänge in ziemlich paralleler Richtung neben einander fortsetzen und häufig durch gegenseitige Verzweigungen mit einander verbunden sind, so nennt man das ganze System dieser Gänge einen Gangzug. Sind dagegen viele ähnliche Gänge ohne parallele Richtung

zu einem grofsen körperlichen Netzwerke verbunden, so nennt man das Ganze Netzgänge, Stockwerksgänge oder einen Trümmerstock.

95.

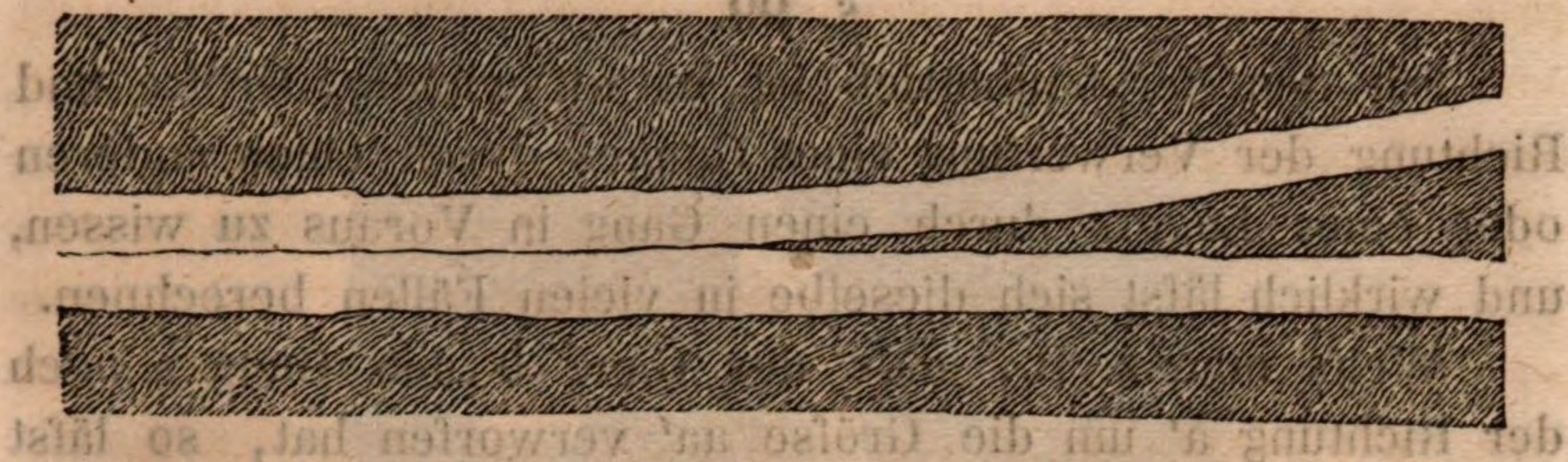
Gänge durchkreuzen, durchsetzen und verwerfen sich oft gegenseitig, in welchem Falle man stets den durch-



setzenden, b, oder verwerfenden Gang, b', für jünger als den durchsetzten oder verworfenen, a oder a', zu halten hat, während hingegen solche Gänge, die sich vereinigen, kreuzen, ohne dafs die Masse des einen von der des anderen abgeschnitten wird, a und a', gleichzeitig entstanden sein müssen. Oft auch setzen Gänge in anderen Gängen ziemlich parallel auf und bilden auf diese Weise gewissermaßen neuere Gangglieder oder sogenannte Doppelgänge; sie sind durch wiederholtes Aufreissen und Ausfüllen derselben Spalte entstanden. Jede Vereinigung zweier nach verschiedenen Richtungen ausgedehnter Gänge nennt man Kreuzung, die Linie, in welcher sie stattfindet, Kreuzlinie, den Körper der Kreuzung Gangkreuz.

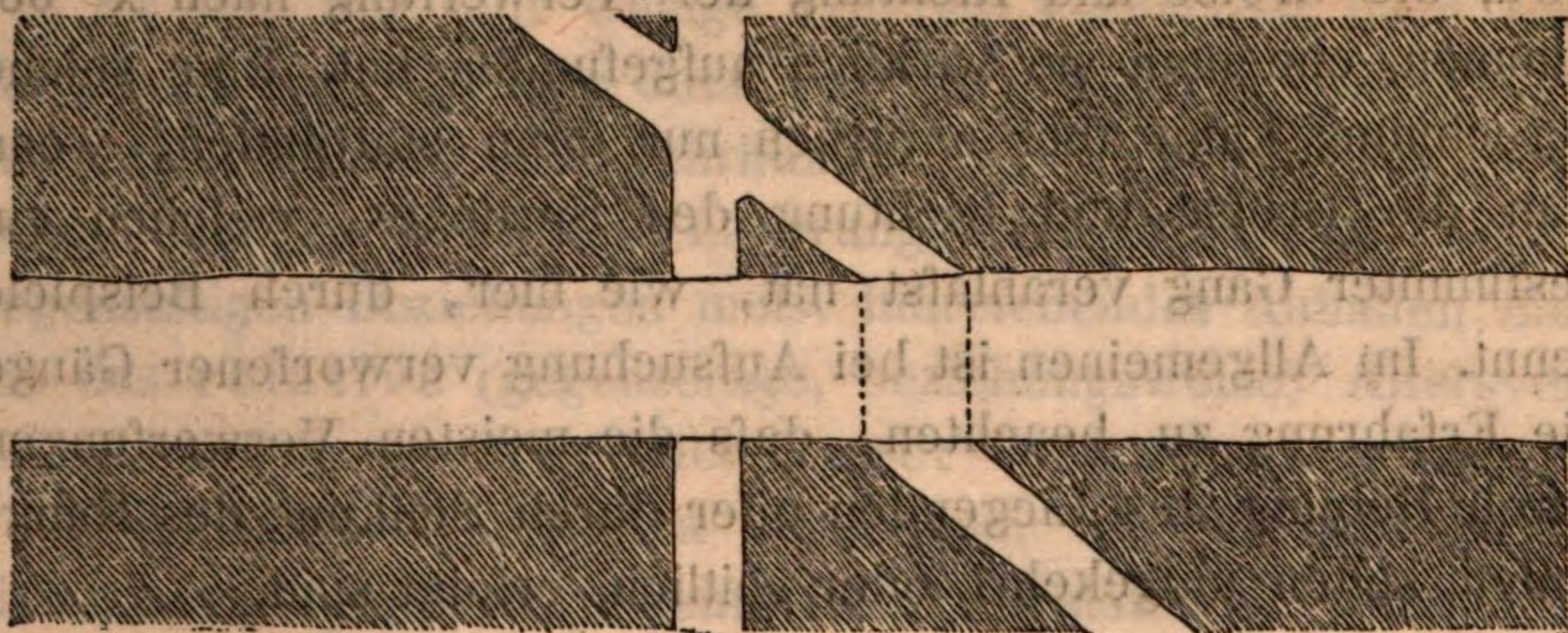
§. 96.

Man sagt: Gänge schleppen und schaaren sich, wenn sie, für gewöhnlich durch Nebengestein getrennt, auf einer gewissen Strecke dicht neben einander verlaufen, z. B. so:



§. 97.

Bei den Kreuzungen, Durchsetzungen und Verwerfungen treten zuweilen sehr complicirte Verhältnisse ein. Verwerfungen können z. B. entweder durch Hebungen, Senkungen, seitliche Verschiebungen, oder endlich durch die blofse Mächtigkeit des jüngeren Ganges veranlafst worden sein; letzteres jedoch nur bei schiefwinkelter, nicht bei rechtwinkelter Durchschneidung, wie diefs aus nachstehender Skizze deutlich werden dürfte.



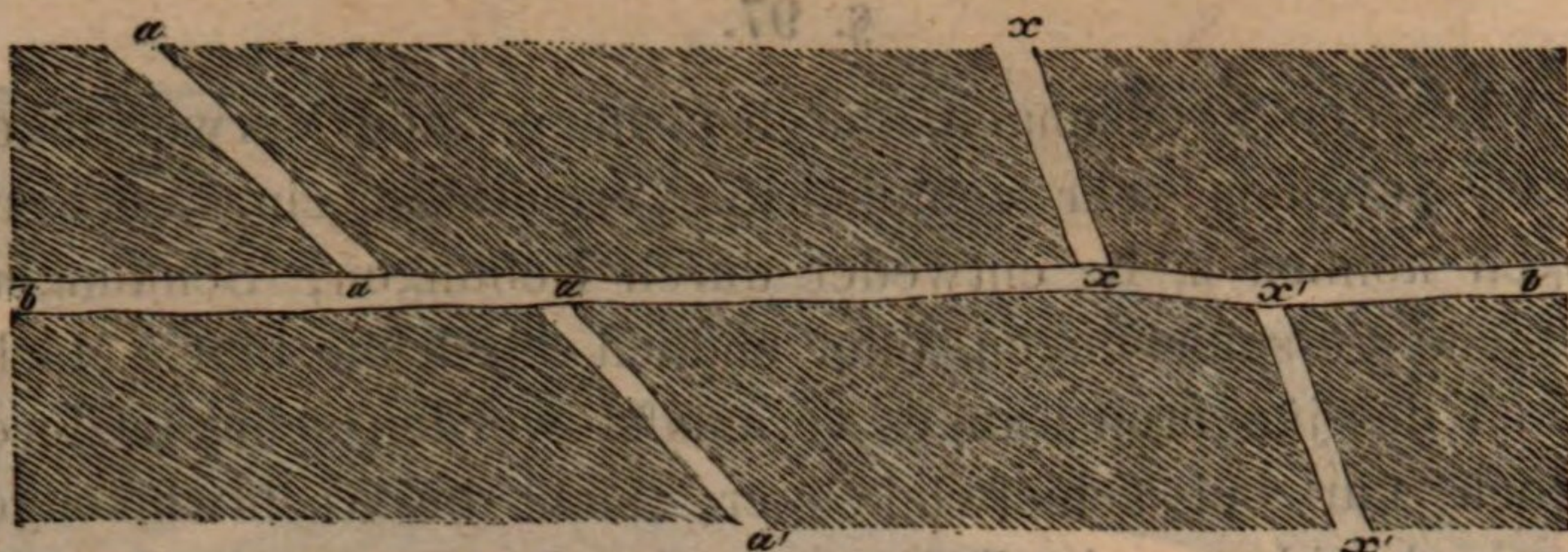
§. 98.

Die Gröfse der Verwerfung durch Verschiebung hängt ab von der Gröfse und Richtung des Sprunges (der Bewegung) des gesammten Nebengesteines, sowie von der gegenseitigen Lage der Gänge, d. h. der Richtung ihrer Kreuzlinie. Von letzterer hängt es zugleich ab, ob die Gänge sich im Streichen oder im Fallen verwerfen. Ist die Bewegung parallel der Kreuzlinie erfolgt, so findet keine sichtbare Verwerfung der Gänge statt, und jemehr sie davon abweicht, desto gröfser ist die sichtbare Verwerfung bei gleicher Gröfse des Sprunges.

§. 99.

Für den Bergbaubetrieb ist es oft wichtig, Gröfse und Richtung der Verwerfung eines Ganges durch einen anderen oder eines Lagers durch einen Gang in Voraus zu wissen, und wirklich läfst sich dieselbe in vielen Fällen berechnen.

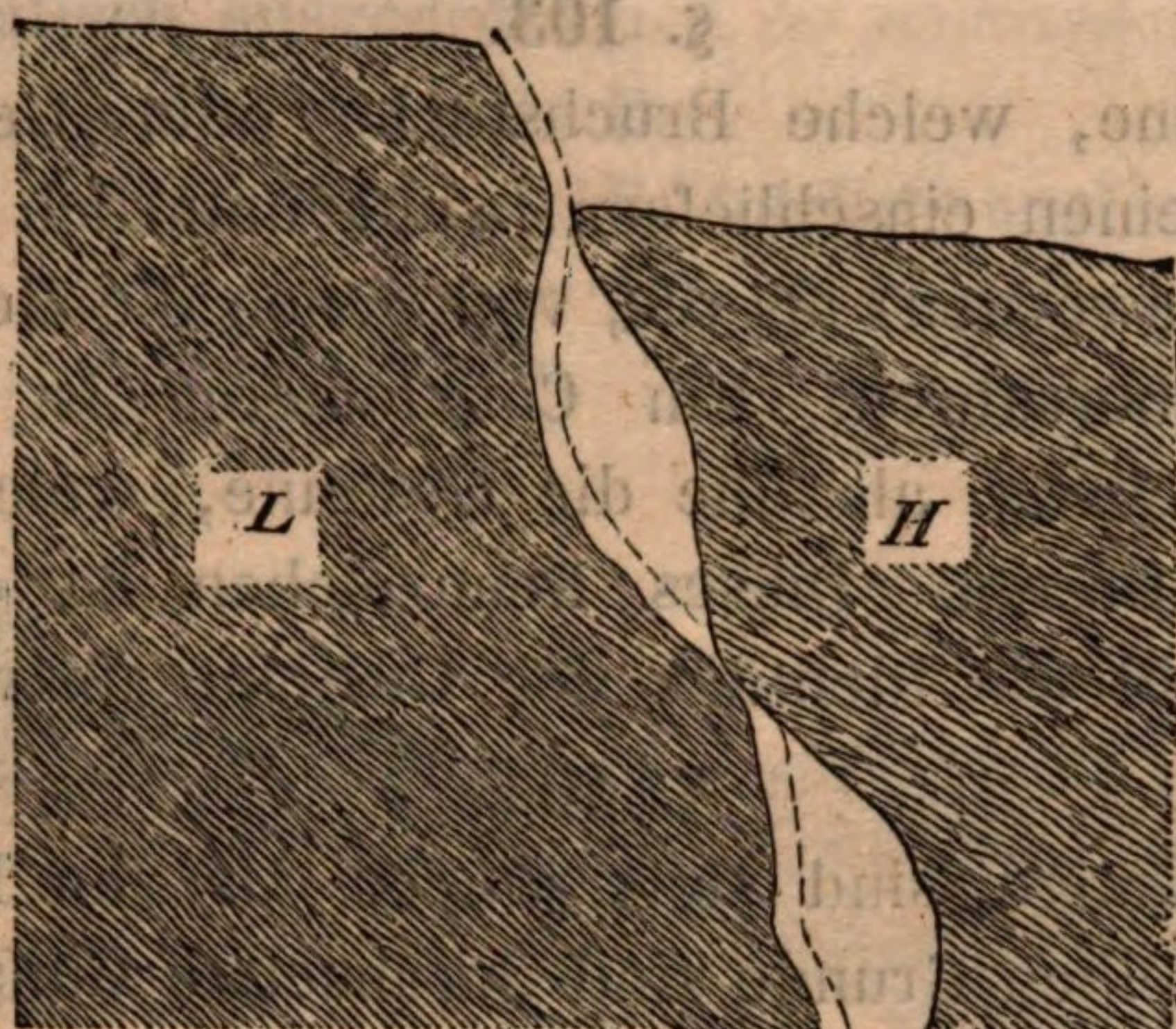
Weifs man z. B., dafs der Gang b den Gang a nach der Richtung a' um die Gröfse aa' verworfen hat, so läfst



sich für den Gang x, welcher ebenfalls von b durchsetzt wird, die Gröfse und Richtung der Verwerfung nach x' bestimmen, ehe man sie wirklich aufgefunden hat. Eine solche Berechnung kann aber natürlich nur dann stattfinden, wenn man die Gröfse und Richtung des Sprunges, welchen ein bestimmter Gang veranlaßt hat, wie hier, durch Beispiele kennt. Im Allgemeinen ist bei Aufsuchung verworfener Gänge die Erfahrung zu beachten, dafs die meisten Verwerfungen durch Hebung des Liegenden oder durch Senkung des Hangenden, selten umgekehrt oder seitlich, erfolgt sind.

§. 100.

Die Bewegungen des Hangenden oder Liegenden der Gänge haben nicht nur Veränderungen der Lage ihres Nebengesteins bewirkt, sondern nothwendig auch einen grossen Einfluß auf die Gestalt der Gänge selbst ausgeübt. Wenn z. B. das Hangende, H, einer etwas wellenförmig gebogenen Spalte zufällig gerade um den Halbmesser der Wellen sich senkte, so mußte der Spaltenraum und folglich der Gang eine solche Gestalt erhalten:



Das ist ein extremer Fall; minder auffallende kommen in der Natur häufig vor.

Relatives Alter der Gesteine.

§. 101.

Es sind nur sehr wenige Kriterien vorhanden, nach welchen man das wirkliche oder absolute Alter von Gesteinen, etwa nach Jahren oder Jahrhunderten, ungefähr beurtheilen kann; dagegen bieten die Lagerungsverhältnisse und übrigen gegenseitigen Beziehungen meist hinreichendes Anhalten dar, um das relative (gegenseitige, beziehungsweise) Altersverhältniß — das Aelter oder Neuer — der in einer Gegend vorkommenden Gesteine zu bestimmen. Hierfür nun lassen sich etwa folgende allgemeine Regeln feststellen.

§. 102.

1) Bei geschichteten Gesteinen, die ungestört übereinander liegen, sind stets die aufliegenden Schichten jünger (neuer, später entstanden) als die unterliegenden; davon können jedoch Ausnahmen stattfinden bei durchaus krystallinischen Gesteinsbildungen, die sich wie Kalksinter auch an überhängenden Wänden ablagern, und in den Fällen, wo spätere Umstürzungen der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse stattgefunden haben. Beide Ausnahmefälle aber können nie über große Flächenräume hinweg stattfinden und werden sich stets aus den besonderen Umständen als solche erkennen lassen.

§. 103.

2) Gesteine, welche Bruchstücke oder Geschiebe von anderen Gesteinen einschließen, sind natürlich stets jünger (später fest geworden) als die, von denen die Geschiebe oder Bruchstücke herrühren. Ein Conglomerat ist daher stets neuerer Entstehung als alle die Gesteine, welche darin als Geschiebe auftreten. Dieses Kennzeichen ist durchaus untrüglich, sobald die Identität der Gesteine unzweifelhaft ist.

§. 104.

3) Alle Gänge sind stets jünger als ihr Nebengestein, und aus demselben Grunde sind durchsetzte Gänge stets älter als die sie durchsetzenden.

§. 105.

4) Wenn an den Grenzen irgend eines Eruptivgesteines die Schichten eines geschichteten eine auffallend veränderte Lage, steiles Fallen, starke Biegungen oder zertrümmerten Zustand zeigen, so ist es als höchst wahrscheinlich anzunehmen, daß das Eruptivgestein seine Stelle später als das geschichtete eingenommen und dabei die ursprüngliche Schichtenlage gestört hat.

§. 106.

5) Auch manche chemische Einwirkungen der Gesteine aufeinander erlauben ähnliche Schlüsse über das gegenseitige Altersverhältniß, doch setzt ihre Beurtheilung schon mehr Erfahrung und Umsicht voraus.

§. 107.

6) Stockförmige Massen eines Eruptivgesteines zwischen anderen Gesteinen sind in der Regel für jünger zu halten als diese. Doch darf man dabei nicht etwa sehr große Bruchstücke (eingeschlossene Schollen oder Felsblöcke) für stockförmige Massen halten.

§. 108.

7) Wenn ein und dasselbe Gestein, B, sich auf irgend eine zuverlässige Weise älter erweist als ein anderes Gestein, C, zugleich aber als jünger als ein drittes Gestein, A, welches mit C in keiner unmittelbaren Verbindung steht, so muß auch C stets jünger sein als A.

Mathematisch ausgedrückt:

A ist älter als B.

B ist älter als C, folglich auch

A älter als C.



Diese Regel erlaubt eine sehr allgemeine Anwendung, nur kommt dabei natürlich Alles auf die wirkliche Identität des Gesteines B an den beiden Beobachtungspuncten an. Die bloße Gesteinsübereinstimmung entscheidet hierüber nicht. Zwei Granite oder zwei Sandsteine oder zwei Laven können an zwei verschiedenen Localitäten nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung sehr genau mit einander übereinstimmen und dennoch von sehr ungleichem Alter sein, während dagegen eine Sandsteinschicht nach ihrem Streichen in eine Conglomeratschicht übergehen kann, der Art, daß das Conglomerat genau von demselben Alter ist als der Sandstein. Ebenso können an zwei benachbarten Vulkanen ganz gleichzeitig sich Lavaströme von ungleicher Beschaffenheit ergossen haben. Man darf deshalb nie aus der bloßen Gesteinsbeschaffenheit auf die Altersgleichheit oder Altersungleichheit schließen. Wenn aber z. B. in dem oben gesetzten Falle B als ein Gang an einer Stelle A durchsetzt, an einer anderen aber von C durchsetzt wird, so kann es ganz sicher als Vergleichungsmittel benutzt werden.

§. 109.

Es giebt noch einige andere Kriterien der Lagerung, aus denen ein geübter Geolog auf das relative Alter der Gesteine zu schliessen vermag; da sie aber lediglich auf Erfahrung und

geübtem Blick beruhen, so kann ihre Darstellung hier zu nichts nützen.

§. 110.

Das wichtigste Hilfsmittel zur Bestimmung des relativen Alters der geschichteten Gesteine ist in neuerer Zeit die Kenntniss der organischen Reste (der Versteinerungen) geworden. Dieses beruht indessen ganz auf der genauen Unterscheidung dieser versteinert vorkommenden organischen Formen und auf den Erfahrungen, die man über ihre Vertheilung in den Schichten der Erde gemacht hat. Hierüber wird der folgende Abschnitt handeln.

§. 111.

Schwieriger als die Altersverschiedenheit ist oft die Gleichzeitigkeit zweier ähnlicher oder gleicher, in getrennten Räumen vorkommender Gesteine nachzuweisen; man kann jedoch ganz gleiche oder durch wirkliche Uebergänge verbundene Gesteine derselben Gegend immer als gleichzeitig ansehen, so lange noch keine hinreichenden Gründe zu ihrer Trennung aufgefunden worden sind; nur darf man eine solche vorläufige Annahme nie für mehr betrachten, als sie ist, nie weitere bestimmte Schlüsse darauf basiren.

§. 112.

Bei den mechanischen Niederschlägen (den geschichteten Gesteinen) tritt sehr oft der Fall ein, dass man ganz ungleiche Gesteine als gleichzeitig zu betrachten hat, indem ihre Beschaffenheit stets von den örtlichen Umständen abhängig war, die bei der Entstehung obwalteten. Während an einem Ort feiner Sand zu Sandstein abgesetzt wurde, häuften sich gleichzeitig anderwärts grofse Geschiebe zu Conglomerat an, welches hier vorzugsweise Gneifs, dort Porphyrstücke enthalten kann. An einem vierten Orte kann zu derselben Zeit ein Niederschlag von thonigem Schlamm als Schieferthon oder Thonstein abgesetzt worden sein. Das Alles aber kann sogar gleichzeitig in demselben grofsen Wasserbecken erfolgt sein. Alle diese Verschiedenheiten sind offenbar abhängig von der örtlichen Zusammensetzung und Gestalt desjenigen Theiles der Erdoberfläche, welcher die Materialien zu diesen mechanischen Gebilden lieferte. Solche

ungleichartige Schichtensysteme derselben Zeitepoche nennt man Parallelformationen oder Aequivalente. Aequivalente besonders dann, wenn auch die darin enthaltenen Versteinerungen ungleichen Lebenselementen angehören, die einen etwa dem Meere, die anderen dem Süßwasser oder dem Lande.

Versteinerungslehre.

(Paläontologie, Petrefactenkunde).

§. 113.

In vielen Gesteinen findet man Ueberreste oder Spuren organischer Geschöpfe, welche man Versteinerungen, Petrefacten oder fossile (d. h. wörtlich ausgegrabene) Organismen nennt. Es sind diese entweder wirklich in Stein umgewandelte, versteinerte Organismen, oder nur von Gestein umschlossene, zuweilen nur wenig umgewandelte organische Theile, oder endlich äußere oder innere Formenabdrücke, oder Ausgüsse von Abdrücken (Abdrücke und Steinkerne.)

§. 114.

Dasselbe organische Wesen, z. B. ein Baumstamm, kann auf diese vier verschiedenen Arten als Versteinerung vorkommen. Im ersteren Falle sind alle früher aus Holz (Zellen, Gefäßen, Saft u. s. w.) bestehenden Theile des Stammes in Stein verwandelt, im zweiten ist derselbe unverändert als Holz von Gestein eingeschlossen, im dritten ist seine äußere Gestalt in Gestein abgedrückt, und im vierten ein solcher Abdruck, nachdem die Holzmasse zerstört war, von Steinmasse ausgefüllt.

§. 115.

Wirklich in Stein umgewandelt finden sich besonders gewisse Pflanzentheile; an ihnen erkennt man häufig noch die feinste innere Structur, nicht nur Jahresringe, Markstrahlen oder besonders auffallende Gefäßbündel, sondern alle Zellen und Spiralgefäße sind, wie es scheint, einzeln in Steinmasse umgewandelt und durch verschiedene Färbung oder Dichtigkeit ihrer Theile kenntlich, so daß man sie wie bei den lebenden Pflanzen unterscheiden kann. Es sind dieß namentlich Stammtheile von Pflanzen (versteinerte Hölzer, Staausteine,

Dendrolithen), deren innere Structur durch die Steinmasse so deutlich erhalten worden ist, daß man dieselbe an papierdünnen Abschnitten unter dem Mikroskop fast besser studiren kann, als die der lebenden Pflanzen, da kein ausfließender Saft, keine Zerreißung durch den Schnitt und dergleichen die Beobachtung stört, welche an dem unveränderlichen Exemplare stets wiederholt werden kann.

Die umwandelnde Masse ist hier gewöhnlich Hornstein, Halbopal oder Feuerstein; schon weniger deutlich sind die Umwandlungen in Kalkspath, Thoneisenstein oder Schwefelkies.

§. 116.

Eine Art von Zwischenstufe zwischen wirklich umgewandelten und fast unverändert eingeschlossenen organischen Körpern bilden die Braun- und Steinkohlen. Die innere Structur ist bei ihnen gewöhnlich sehr verwischt, zuweilen aber auch in den dichtesten Abänderungen unter dem Mikroskop noch erkennbar. Ihre Substanz zeigt eine ähnliche chemische Zusammensetzung, als die der Pflanzen, aus denen sie entstanden, nur andere Verhältnisse der einzelnen Stoffe und einige neu hinzugetretene. Sie sind deshalb nicht mehr als wirkliche Pflanzenmassen anzusehen, offenbar aber noch immer etwas ihnen sehr Aehnliches. Noch pflanzenähnlicher als die Kohle ist das bituminöse Holz.

§. 117.

Fast unverändert von Steinmasse (Kalkstein, Sandstein, Thon, Lehm, Löss) umschlossen finden sich Knochen, Muschelschalen, Polypengehäuse (Korallen) und Infusorienpanzer. Zwar sind in der Regel der thierische Leim und die Färbung aus ihnen verschwunden, sie sind calcinirt, mürbe und weiß, und wegen dieses Zustandes haften sie an der feuchten Zunge, doch ist diese Veränderung so gering, daß sie zuweilen nur mit einiger Mühe wahrgenommen werden kann.

§. 118.

Ganz unverändert und oft wunderbar vollständig erhalten sind die von Bernstein umschlossenen Thiere oder Pflanzentheile (Insecten, Wurzeln und dergleichen). Ein sonderbares Beispiel der erhaltenen Substanz liefert ferner der Tintensack von in Kalkstein eingeschlossenen Sepien (Tinten-

fischen), dessen Inhalt man noch als Farbe benutzen konnte. Die geologische Gesellschaft zu London besitzt z. B. mehrere mit fossiler Sepie getuschte Zeichnungen. Eine ähnliche Erscheinung war auch der in Sibirien eingefroren gefundene vollständige vorweltliche Elephant, dessen Fleisch so gut erhalten war, daß es die Hunde fraßen, und in dessen Magen man halbverdaute Fichtenzweige als Nahrung fand.

§. 119.

Als Abdrücke finden sich sowohl pflanzliche als thierische Theile, Blätter, Früchte, Stämme, Korallen, Muscheln, Krebse, Fische, Fährten von Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Die äußere Form des organischen Körpers ist bei ihnen durch Umschließung von Steinmasse (Kalkstein, Sandstein, Thonstein, Schieferthon u. s. w.) abgebildet worden, seine Substanz aber ist nicht mehr vorhanden. Eine besondere Art der Abdrücke sind die erwähnten Steinkerne (Ausgüsse hohler Räume), Abformungen des inneren Raumes von Muschelschalen, oder Ausgüsse von Hohlindrücken. Die letzteren sind ganz besonders häufig; man findet auf diese Weise namentlich Baumstämme, Korallen, Muscheln und Thierfährten, die Fährten gewöhnlich als Reliefs an der unteren Fläche von Schichten, da die Fulseindrücke auf der Oberfläche eines weichen Bodens erfolgten und dann erst durch eine darüber abgelagerte Schicht ausgefüllt wurden.

§. 120.

Nicht alle Gesteine enthalten Versteinerungen; ihr Vorkommen beschränkt sich vielmehr auf eine geringe Zahl derselben, welchen allen in der Regel zugleich Schichtung eigen ist. Nehmen wir mit den meisten Geologen an, daß einige Gesteine durch Wasser abgelagert, andere durch Erkaltung aus einem heißflüssigen in den festen Zustand übergegangen sind, so ergiebt sich von selbst, daß die letzteren keine organischen Reste enthalten können. Die Sonderung in geschichtete (durch successive Aufeinanderlagerung entstandene), in massige, in krystallinisch-schiefrige und in gangförmige Gesteine stimmt hiermit sehr gut überein, denn, wie erwähnt, im Allgemeinen enthalten nur geschichtete Felsarten Versteinerungen, namentlich: Kalkstein, Sandstein, Conglomerat,

Schieferthon, Mergel, Thonschiefer, Thon, Lehm u. dergl. Ausnahmsweise findet man allerdings zuweilen wohl auch Ueberreste organischer Körper von anderen Gesteinen umschlossen, sie sind aber dann gewöhnlich erst aus jenen in schon versteinertem Zustande aufgenommen und nur gleich Gesteinsbruchstücken von ihnen umgeben. In diesem Falle befinden sich die Versteinerungen nicht auf ursprünglicher, sondern auf secundärer Lagerstätte. In ähnlicher Weise enthalten auch geschichtete Gesteine, jedoch nur selten, Petrefacten, welche eigentlich einem anderen Gesteine (einer älteren Zeit) angehören, indem sie dieselben zum zweiten Male umschlossen haben. Unter den losen Geröllen, welche die Erdoberfläche bedecken, findet man recht häufig Versteinerungen, die nicht der Geröllablagerung, sondern den Gesteinen und ihren Bildungszeiten angehören, von welchen die Gerölle herrühren.

§. 121.

Befinden sich Versteinerungen auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte, so liegen sie gewöhnlich nicht ohne Ordnung durcheinander, sondern auf eine Weise vereinigt, aus der man einigermaßen auf die Verhältnisse ihrer Lebensperiode schließen kann. Neben wohlerhaltenen Landpflanzen oder Landthieren findet man in der Regel keine Geschöpfe des Meeres, und die Bewohner des flachen Meeresgrundes sind abgesondert von denen der Tiefe. Zuweilen sind aber auch die Ueberreste sehr verschiedenartiger Organismen an einer Stelle zusammengeschwemmt, und oft sind gewisse Schichten besonders reich an Versteinerungen, während dazwischenliegende kaum Spuren davon enthalten.

§. 122.

Was das Niveau und die klimatischen Verhältnisse anlangt, unter welchen Versteinerungen gefunden werden, so lassen sich diese durchaus nicht unmittelbar auf eine Norm zurückführen, welche den jetzigen Lebensbedingungen entspräche. Die Reste einer üppigen Landvegetation, Steinkohlen und deutliche Abdrücke succulenter Pflanzen, elefantenähnliche Pflanzenfresser und andere Geschöpfe, entsprechend den Bewohnern der jetzigen Tropen, werden ebenso wohl unter dem Boden des Meeres gefunden, als in Höhen

und Breiten, wo jetzt der ewige Schnee beginnt. Gesteine mit Meeresmuscheln werden in den Schweizeralpen bis zu 10,000', in den Anden bis zu 12,000' und im Himalaja bis zu 16,000' über dem Meere beobachtet, und sie tragen ebenso, wie die Pflanzen, bis zu den höchsten Breitengraden, unter denen sie bekannt sind, zum Theil den Charakter eines warmen Klimas an sich.

Die Geologie erklärt uns diese scheinbaren Abnormitäten durch vielfach erfolgte Hebungen und Senkungen, sowie durch allmälige Abkühlung der Erdoberfläche.

§. 123.

Wenn wir die Organismen mustern, von denen bis jetzt versteinerte Ueberreste gefunden worden sind, so ergiebt sich, daß durch dieselben keineswegs alle Thier- und Pflanzenfamilien der jetzigen Schöpfung repräsentirt, und daß im Allgemeinen mehr Bewohner des Meeres als des Festlandes fossil gefunden werden. Der Grund davon ist leicht einzusehen, da die meisten Schichtgesteine vom Meere abgelagert worden sind.

§. 124.

Nicht alle Thier- und Pflanzenarten scheinen übrigens zur Versteinerung geeignet gewesen zu sein. Ueberhaupt finden wir in der Regel nicht etwa ganze Thier- oder Pflanzenindividuen, sondern vielmehr nur einzelne Theile derselben versteinert, und zwar vorzugsweise gewisse härtere, der Fäulniß oder dem mechanischen Druck einige Zeit widerstehende, z. B. Blätter, Rinden, Holz, harte Früchte, Schalen und Steingehäuse von Infusorien, Zoophyten, Muscheln und krebsartigen Thieren, Knochen, Schuppen, Zähne, Hörner oder Excremente von Fischen, Reptilien, Vögeln und Säugthieren. Aus diesen einzelnen, oft noch dazu breitgedrückten oder verstümmelten Theilen hat man in der Idee vollständige Individuen zu ergänzen und mit lebenden Geschöpfen zu vergleichen gesucht. Die Ergänzung ist bei vielen Thier- und Pflanzenarten gut gelungen, die specielle Vergleichung dagegen fast stets unausführbar gewesen. Als Resultat aller dieser Forschungen hat sich vielmehr bisher ergeben, daß die versteinerten Organismen im Allgemeinen zwar nach den-

selben Naturgesetzen organisirt sind und unseren jetzigen Thieren und Pflanzen vielfach sehr ähneln, bei specieller Vergleichung sich aber doch, mit geringen Ausnahmen, sämmtlich als specifisch verschieden ergeben. Nur einige in den obersten (neuesten) Gebirgsschichten gefundene Arten stimmen mit jetzt lebenden vollkommen überein, alle anderen weichen, wie es scheint, immer mehr von der lebenden Schöpfung ab, in je tieferen (älteren) Schichten sie gefunden werden. Viele dieser als ausgestorben anzusehenden Arten gehören noch lebenden Gattungen an, andere lassen sich an bestehende Gattungen (*Genera*) nicht anreihen, und einige sind so abweichend gebaut, daß man sie nicht einmal einer lebenden natürlichen Familie beizuzählen vermag. Daraus folgt von selbst, daß die Petrefactenkunde ein eigenes Studium erfordert; der Botaniker oder der Zoolog, welcher sich bisher nur mit lebenden Geschöpfen beschäftigt hat, ist dadurch noch nicht befähigt, Versteinerungen zu bestimmen, denn diese gehören gewissermaßen einer anderen Welt an, und sie haben deshalb auch meist ganz neue Namen erhalten müssen.

§. 125.

Da, wie wir später sehen werden, die Versteinerungen in denselben Schichten oder Schichtensystemen (Formationen) sich über sehr große Länderstrecken ziemlich gleich bleiben, in den übereinander liegenden Formationen aber sehr verschieden sind, so ist ihre Kenntniss ein höchst wichtiges und zugleich das sicherste Hilfsmittel zur Bestimmung der Formationen. Der Geognost kann deshalb nicht ohne einige petrefactologische Kenntnisse bestehen. Wenn er selbstständig arbeiten will, muß er wenigstens befähigt sein, mit Hilfe von Büchern die ihm vorkommenden Versteinerungen zu bestimmen. So viel Zeitaufwand für eine bloße Nebengewissenschaft ist allerdings von praktischen Oekonomen, Forstleuten und Technikern nicht wohl zu verlangen, dessenungeachtet dürfte es auch für sie wichtig sein, einen Ueberblick der Sache zu erhalten, damit sie den Gegenstand im Allgemeinen kennen lernen, die ihnen vorkommenden Versteinerungen

beachten und für sich oder ihre wissenschaftlichen Freunde den möglichsten Nutzen daraus ziehen.

§. 126.

Aus dem Pflanzenreiche findet man in den älteren Ablagerungen, besonders in der Steinkohlenformation, vorzugsweise nur Reste von sogenannten kryptogamischen Gewächsen, namentlich von Farrenkräutern, Lycopodiaceen, Equisetaceen und Cycadeen, auch wohl von Coniferen (Nadelhölzern), aber gar nicht von Laubhölzern, überhaupt kaum Spuren von Dikotyledonen. Als besonders wichtige ausgestorbene Gattungen erscheinen da: *Calamites*, *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Stigmaria*, *Neuropteris*, *Pecopteris*, *Sphenopteris*, *Asterophyllites*, *Annularia* und *Sphenophyllum*. Erst in den sehr neuen Gesteinsbildungen finden sich auch Palmen und viele Laubholzarten ein.

§. 127.

Aus dem Thierreich findet man in den ältesten Schichten vorherrschen nur Zoophyten, Strahlthiere, Mollusken, Crustaceen und Fische; besonders wichtig sind darunter die ausgestorbenen Gattungen *Gyathophyllum*, *Catenipora*, *Cyathocrinites*, *Rhodocrinites*, *Delthyris*, *Leptaena*, *Terebratula*, *Euomphalus*, *Orthoceratites*, *Gonatites*, *Clymenia*, *Trilobites*, *Palæoniscus* u. s. s. w. Dann gesellen sich zu den oben genannten Abtheilungen in den mittleren Flötzformationen die Reptilien, vertreten durch vielerlei Sauriergattungen, während aus den schon früher vorhandenen Abtheilungen besonders die Gattungen *Astræa*, *Cnemidium*, *Scyphia*, *Encrinites*, *Pentacrinites*, *Ophiura*, *Echinus*, *Cidarites*, *Galerites*, *Anangites*, *Spatangus*, *Nucleolites*, *Trigonia*, *Pholadomya*, *Cardium*, *Isocordia*, *Arca*, *Pectunculus*, *Inoceramus*, *Gryphæa*, *Exogyra*, *Ostrea*, *Avicula*, *Spondylus*, *Pecten*, *Terebratula*, *Hippurites*, *Dentalium*, *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Natica*, *Turitella*, *Cerithium*, *Rostellaria*, *Belemnites*, *Nautilus*, *Ammonites*, *Ceratites*, *Aptychus*, *Serpula*, *Eryon*, *Pemphyx*, *Cypris*, *Lepidotus*, *Hybodus*, *Ptychodus*, *Lamna* u. s. w. auftreten.

Endlich gesellen sich dazu in den obersten, neuesten Ablagerungen auch viele Reste von Säugethieren und einzelne von Vögeln. Die organische Schöpfung nähert sich dadurch

sehr der gegenwärtig existirenden; eine Menge der früher sehr verbreiteten Gattungen sind dagegen wieder gänzlich verschwunden, so z. B. die Encriniten, Ammoniten, Goniatiten, Orthoceratiten, Belemniten, Trilobiten, viele Saurier u. s. w.

§. 128.

Oft können wir aus der Art und Weise des Vorkommens von Versteinerungen schliessen, dass sie sich noch an demselben Orte, oder sogar noch in derselben gegenseitigen Stellung befinden, wo und in der sie lebten, während es in anderen Fällen wahrscheinlich ist, dass sie einen gewissen Weg zurückgelegt haben, z. B. auf dem Boden von Wasserbecken zusammengeschwemmt worden sind, ehe sie vom Gesteine umschlossen wurden.

§. 129.

Findet man nur solche Organismen vereinigt, deren äussere Lebensbedingungen übereinstimmen, z. B. nur Landbewohner oder nur Wassergeschöpfe, sind die Organismen zugleich bis auf feinere Aufsentheile wohlerhalten und stehen sie nach Zahl und Art ihrer Individuen in solchen Verhältnissen, dass ein Nebeneinanderleben derselben denkbar, so wird man immer anzunehmen haben, dass die Oertlichkeit des Vorkommens eine ursprüngliche ist. Noch sicherer wird dieß, wenn man z. B. Baumstämme mit ansitzenden Wurzeln in noch aufrechter Stellung, oder Korallenriffe von muschelreichem Kalksteine eingeschlossen entdeckt. Man hat die Oertlichkeit zuweilen auch dann noch eine relativ ursprüngliche zu nennen, wenn die einschliessenden Schichten eine absolute Ortsveränderung erlitten haben sollten. So findet man z. B. unter sich parallele Baumstämme in stark geneigten Schichten rechtwinkelig auf den Schichtflächen und folglich selbst stark geneigt stehend, in welchem Falle diese ihre Neigung nur ein Beweis der späteren Schichtenaufrichtung ist, da man sicher annehmen kann, die Bäume haben ursprünglich senkrecht gestanden.

§. 130.

Findet man dagegen Geschöpfe des Festlandes oder Süßwasserbewohner mit solchen des Meeres gemengt, oder liegen überhaupt Reste von Geschöpfen beisammen, die nicht

füglich nebeneinander gelebt haben können, so hat man eine Ortsveränderung dieser Organismen noch vor der Versteinerung anzunehmen, welche gewöhnlich auch durch Beschädigung oder Zerstörung der feineren Aufsentheile kenntlich wird. Auffallende Beispiele dieser Art liefern nicht nur Ablagerungen in Meeresbecken, welche außer Wasserbewohnern auch Landgeschöpfe enthalten, sondern ganz besonders auch einige Höhlen, in welchen man zwischen unzähligen Raubthierknochen einzelne Reste von Pflanzenfressern findet, die gewiß nicht in friedlicher Eintracht mit jenen diese Höhlen bewohnt haben.

§. 131.

Von besonderem Interesse ist es stets, die fossile Flora oder Fauna irgend einer Gegend zu irgend einer Zeitepoche möglichst vollständig kennen zu lernen; hierbei aber hat man ganz vorzüglich auf die Ursprünglichkeit des Ortes, sowie auf die wahre oder nur scheinbare Gleichzeitigkeit der Organismen Rücksicht zu nehmen. Wir dürfen uns jedoch bei solchen Forschungen nicht abschrecken lassen, wenn wir zwischen den einzelnen Thier- und Pflanzenklassen ganz andere Verhältnisse entdecken als in der lebenden Schöpfung. So sind z. B. unter den zahlreichen baumförmigen Pflanzen der Steinkohlenformation fast blos Kryptogamen, sehr wenig Monokotyledonen und fast gar keine Dikotyledonen zu finden, während in unseren deutschen Wäldern nur Dikotyledonen und Coniferen-Bäume wachsen, und auch in den tropischen Wäldern Amerikas die monokotyledonen und kryptogamischen Bäume eine untergeordnete Rolle spielen. Eben so befremden muß es den Uneingeweihten, in den ältesten, von unzähligen niederen Thieren bevölkerten Gesteinsformationen keine Spur von Vögeln oder Säugethieren und nur wenige Ueberreste von Reptilien und Fischen zu bemerken.

§. 132.

Es wurde §. 124 schon erwähnt, daß die Versteinerungen der einzelnen übereinander liegenden Schichten oder Schichtensysteme unter sich verschieden sind. Dieß ist aber nicht nur insofern der Fall, als etwa in dem einen Bewohner des Landes, in dem anderen Meeresgeschöpfe herrschen,

sondern es findet eine durch die Entstehungszeit bedingte, für alle Arten äußerer Umgebung gültige Verschiedenheit statt, d. h. die Pflanzen und Thiere des relativ obersten geschichteten Gesteines sind überall ziemlich verschieden von denen des zunächst darunter folgenden, und in keinem noch tieferen werden dieselben ebenso wiedergefunden. Oft sogar enthalten schon die oberen Schichten derselben Ablagerung einige von denen in den unteren Schichten verschiedene Arten, und so ergibt sich von den obersten zu den untersten Schichten aller Formationen eine fortschreitende Reihe der Formen, indem stets einige alte verschwinden und dafür einige neue, der jetzigen Schöpfung immer mehr entfremdete, auftreten. Die nahe untereinander liegenden Gesteine enthalten immer noch viele gemeinschaftliche Arten, die entfernteren dagegen umschließen die Resultate durchaus verschiedener Schöpfungen; dabei ist der Wechsel der Formen in zwei aufeinander folgenden Gesteinen in der Regel größer als in den aufeinander folgenden Schichten desselben Gesteins, und noch größer in zwei aufeinander folgenden Formationen.

§. 133.

Daraus ist die Lehre von der Vertheilung der Organismen in den einzelnen Formationen der Erdrinde, die Lehre von den für einzelne Schichten charakteristischen sogenannten Leitmuscheln, hervorgegangen, mit deren Hilfe man nun umgekehrt die Formationen, das relative Alter derselben, bestimmen kann, selbst wenn die Gesteine ganz verschieden sind. Durch das Alles hat sich ergeben, daß die Annahme einer in sich abgeschlossenen Thier- und Pflanzenwelt unrichtig war, daß man vielmehr die jetzige organische Schöpfung als das endliche Resultat einer langen ununterbrochenen Entwicklungsreihe betrachten müsse, in welcher immer neue und in der Regel immer höher entwickelte Organismen auftreten, während früher vorhandene ausstarben. So hat sich also das organische Leben auf der Erde, vielfach wechselnd, stets erneuert und im Allgemeinen vervollkommnet, d. h. es sind nicht nur von Zeit zu Zeit neue, gewöhnlich etwas höher organisirte Pflanzen und Thiere zu den früher vorhandenen

hinzugekommen, sondern es sind auch stets an die Stelle aussterbender niederer Arten ähnliche getreten, welche in Form und Einrichtung nur soviel von denselben abwichen, als die veränderten physikalischen Zustände der Erdoberfläche, besonders die neuen Temperaturverhältnisse, es bedingten. Indem nun während der ganzen Dauer dieses langen Entwicklungsprocesses des organischen Lebens auf der Erde hier und da Ablagerungen von geschichteten Gesteinen erfolgten, in welchen einige Ueberreste der damals gerade lebenden Thiere oder Pflanzen als Versteinerungen erhalten wurden, mußten diese natürlich in den einzelnen zu verschiedenen Zeiten gebildeten Ablagerungen auch verschieden sein. Das ist der Grund der Verschiedenheit der Versteinerungen in den einzelnen Formationen, welche uns nun befähigt, aus der Uebereinstimmung der versteinerten Formen auf die Gleichzeitigkeit der Ablagerungen zu schliessen, selbst dann, wenn diese in ziemlich weit voneinander entfernten Localitäten erfolgten.

§. 134.

In der Richtung der relativen Tiefe von den jüngeren nach den älteren Formationen findet demnach eine ununterbrochene Aenderung der Natur der Versteinerungen statt, und, was noch besonders merkwürdig ist, die höher organisirten Pflanzen und Thiere nehmen in den tieferen Schichten immer mehr und mehr ab; die untersten enthalten fast nur noch kryptogamische Pflanzen oder Polyparien und Mollusken. In horizontaler Richtung dagegen, an den verschiedensten Puncten der Erdoberfläche, wo Spuren von einerlei Formation gefunden werden, herrscht eine große, überraschende Uebereinstimmung des allgemeinen Charakters und sogar einiger specieller Formen. Sind diese speciellen Formen besonders charakteristisch und zugleich sehr verbreitet, so pflegt man sie leitende Versteinerungen, auch wohl Leitmuscheln zu nennen. Diese Uebereinstimmung scheint immer größer zu werden, in je älteren Schichten wir sie aufsuchen. Alles spricht für einst gleichmäßsigere Lebensbedingungen in allen Gegenden der Erde. Riesige Pflanzenfresser und unmittelbare Spuren üppiger Vegetation werden (in Si-

birien und Island) unter Breitengraden gefunden, wo jetzt nur eine höchst kümmerliche Vegetation noch gedeiht, nicht geeignet, Heerden von Mammuths zu ernähren.

§. 135.

Die Kreideformation enthält von Portugal bis an den Libanon, von Norwegen und England bis an die Nordküsten Afrikas, an allen einzelnen Beobachtungspuncten ähnliche und sogar viele gleiche Meeresmuscheln, und Leopold v. Buch's Untersuchungen reichhaltiger, einst durch A. v. Humboldt mitgebrachter Formationssuiten aus Nord- und Südamerika haben gezeigt, dafs auch jenseits des atlantischen Oceans eine unserer europäischen Kreide entsprechende Formation herrscht, welche viele ähnliche und sogar einige ganz gleiche Muscheln enthält, wie bei uns. Ebenso übereinstimmend scheinen die Pflanzen der Steinkohlenformation in Europa, Amerika, Australien und die Thiere der Grauwacke Europas und Nordamerikas zu sein. Weitere Untersuchungen entfernter Weltgegenden werden wahrscheinlich die bis jetzt bekannten Beispiele dieser Uebereinstimmung sehr vermehren; soviel aber ist bereits ausgemacht, dafs eine gleichzeitige Versteinerung der gegenwärtigen lebenden Schöpfung weit mehr geographische Verschiedenheiten der dadurch umhüllten fossilen Organismen bemerken lassen würde, als wir in den tieferen Gesteinsschichten zu finden gewohnt sind.

§. 136.

Wer sich einige Hilfsmittel zur weiteren Ausbildung in der Versteinerungslehre anzuschaffen wünscht, dem sind zu empfehlen Naumann's Geognosie, die sehr viele Abbildungen von Versteinerungen enthält, Geinitzens Grundrifs der Versteinerungskunde, oder auch, als schon höhere Ansprüche machend, Quenstedt's Petrefactenkunde.

Kurze Wiederholung.

§. 137.

Es wird gut sein, die Elemente der Geognosie noch einmal aus allgemeinen Gesichtspuncten zu überblicken und auf gewisse wesentliche Resultate der vorstehenden Darstellung aufmerksam zu machen.

Gesteinslehre. — Die feste Erdkruste besteht aus Gesteinen, diese aber sind theils Anhäufungen eines, theils Gemenge mehrerer Mineralien; in beiden Fällen ist die Zusammensetzung aus individuellen Theilen entweder deutlich oder undeutlich. Es ist verhältnißmäfsig nur eine sehr kleine Zahl aller bekannten Mineralien, woraus im Wesentlichen sämtliche Gesteine und folglich die festen Theile der Erde überhaupt zusammengesetzt sind.

Die Verbindung der Mineralien zu Gesteinen ist weder streng in bestimmte Gesetze eingeengt, noch auch ganz zufällig und gesetzlos. Gewisse Anhäufungen und Gemenge bestimmter Mineralien herrschen vor den übrigen sehr vor und zeigen sich in allen Welttheilen nach Zusammensetzung und Lagerung auf ähnliche Weise, ohne im Geringsten von den Erdzonen oder anderen äufseren Beziehungen abhängig zu sein. So z. B. Steinsalz, Gyps, Kalkstein, Dolomit, Quarz, Eisenstein, Kohlen, Thon, Mergel, Schieferthon, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Melaphyr, Basalt, Conglomerat, Sandstein.

Viele Gesteine bilden vollkommene Uebergänge ineinander, wodurch ihre Selbstständigkeit in Zweifel gezogen werden könnte, wenn sie sich nicht so oft selbstständig und auf ganz gleiche Weise wiederholten.

Die Gesteine tragen fast stets die Spuren einer Volumenverminderung an sich, welche nicht durch eine Zusammenziehung ihrer Masse im Ganzen, sondern durch eine solche einzelner sich in ihr absondernder Theile, zur Ausführung gekommen ist. Dadurch haben denn diese durch Spalten (Absonderungsklüfte) getrennten Theile entweder ganz regellose oder ziemlich regelmäfsige Gestalten erhalten, welche

von den innersten Formen der Textur (des Gefüges) wohl zu unterscheiden sind. Zu den regelmässigen Absonderungen gehören Säulen, Kugeln, Platten, Schalen und Parallelepipede.

Von der Absonderung der Gesteine wesentlich zu unterscheiden ist die Schichtung derselben, welche durch allmähliche Uebereinanderlagerung einzelner Platten entstanden ist.

Von den inneren Formen gingen wir zu den äusseren über, welche mit jenen allerdings in einiger Wechselbeziehung stehen. Die äusseren Formen der Gesteinskörper zerfallen wesentlich in plattenförmige Körper (Lager), unregelmässige Massen (Massivs, Stöcke) und Spaltenausfüllungen (Gänge).

Diese äusseren Formen stehen in Zusammenhang mit dem Wesen und namentlich mit der Entstehungsart der Gesteine. Plattenförmige Körper bilden sämtliche geschichtete Gesteine; Massen die ungeschichteten, wie Granit, Porphyr, Basalt u. s. w.; Gänge nicht nur alle diese, sondern auch gewisse zufällige Gemenge aus zum Theil metallhaltigen Mineralien: Kalkspath, Braunspath, Schwerspath, Flusspath, Quarz, Bleiglanz, Blende, Eisenkies, Kupferkies u. s. w.

Lagerungslehre. — Die drei Hauptformen der Gesteinskörper bedingen natürlich besondere Verhältnisse der gegenseitigen Verbindung. So entsteht bei den geschichteten Gesteinen z. B. gleichförmige oder ungleichförmige Lagerung, je nachdem die Schichten einander parallel oder nicht parallel sind. Es spielt überhaupt die Schichtung eine wichtige Rolle zur Bestimmung der Lagerung, da man in der Richtung der Schichten in der Regel auch die grösste Ausdehnung der geschichteten Gesteine voraussetzen kann.

Die Massengesteine sind ohne bestimmte Regeln neben-, über- oder ineinander gelagert, die Gänge endlich liegen als Ausfüllungen von Spalten zwischen den geschichteten, den Schiefer- und Massen-Gesteinen. Bei Aufreissung ihrer Spalten haben oft Bewegungen des Nebengesteins stattgefunden, deren Resultate Verwerfungen und Reibungsflächen sind.

Aus den Lagerungsverhältnissen der Gesteine lassen sich einige mehr oder weniger sichere Kriterien über ihr relatives Alter ableiten, z. B.:

Obere Schichten sind neuer als untere.

Gesteine, welche Bruchstücke oder Geschiebe einschließen, sind jünger als die, von denen die Bruchstücke oder Geschiebe herrühren.

Gänge sind jünger als ihr Nebengestein und jünger als von ihnen durchsetzte Gänge.

Gesteine, welche die regelmässige Schichtung ihrer Nachbarn gestört haben, sind neuer als diese. Auch chemische Einwirkungen erlauben oft ähnliche Schlüsse.

Scharf abgesonderte Stöcke in der Mitte von anderen Gesteinen sind in der Regel neuer als diese.

Wenn ein Gestein jünger ist als ein zweites, und älter als ein drittes, so ist auch das zweite älter als das dritte.

Versteinerungslehre. — Versteinerungen sind Spuren oder Reste von organischen Körpern, eingeschlossen von Gesteinen. Es können nun aber entweder die organischen Körper mit wohlerhaltener innerer Structur wirklich in Steinmasse umgewandelt, oder unverändert umschlossen, oder nur abgeformt, abgedrückt sein, und im letzteren Falle kann entweder der Abdruck selbst oder ein Abguss von ihm vorliegen. Organische Reste finden sich nicht in allen Gesteinen, sondern vorzugsweise nur in den geschichteten.

Die Verbreitung der versteinerten Pflanzen und Thiere stimmt weder mit den gegenwärtigen klimatischen, noch mit den Niveauverhältnissen überein. Das Erstere erklärt sich durch langsame Abkühlung des Erdkörpers, das Letztere durch Hebungen und Senkungen.

Es sind nicht alle Organismen und nicht alle Theile derselben zur Versteinerung geeignet gewesen, sondern nur die festeren. Um uns daher eine Idee von der organischen Welt irgend einer geologischen Zeitepoche zu machen, sind nicht nur alle Organismen, welche sich in gleichzeitigen Schichten finden, zusammenzustellen, sondern es sind auch noch zweierlei Ergänzungen nöthig. Erstens hat man aus den Theilen vollständige Individuen herzustellen, und zweitens sind die Lücken zu berücksichtigen, welche für die Gesammtheit dadurch entstehen, daß ganze Gruppen von Organismen nicht zur Versteinerung geeignet waren, wozu auch noch diejenigen Lücken kommen, welche durch Unvollkommenheit der Be-

obachtungen entstehen, da man zu keiner Zeit wird annehmen können, die fossilen Organismen irgend einer Formation wirklich schon alle zu kennen.

Durch ideale Ergänzung der Theile zu vollständigen Individuen, welche zuweilen möglich war, hat sich ergeben, daß die meisten versteinerten Organismen nicht mit lebenden übereinstimmen, sondern immer mehr davon abweichen, in je tieferen Schichten sie gefunden werden.

Die Versteinerungen der einzelnen übereinander liegenden Schichtensysteme sind unter sich verschieden, in den gleichzeitigen Niederschlägen aber sehr ähnlich, und können deshalb sehr gut zur Bestimmung der Altersgleichheit oder Altersverschiedenheit angewendet werden.

Innerer Bau der festen Erdkruste.

§. 138.

Der innere Bau der festen Erdkruste ist in seinen allgemeinsten Zügen bereits §. 5—14 geschildert worden. Wir unterscheiden da Schichtgesteine, krystallinische Schiefergesteine, krystallinische Massengesteine und Ganggesteine, welche durch ihre In- und Uebereinanderlagerung die Erdfeste bilden. Diese Gesteinsgruppen und ihr Ineinandergreifen etwas näher zu betrachten, ist jetzt unsere Aufgabe.

Schichtgesteine (Flötzformationen).

§. 139.

Allgemeines. — Die sorgfältigste Untersuchung der geschichteten Gesteine hat gezeigt, daß ihre einzelnen Glieder in bestimmter Reihenfolge aufeinander liegen, welche wenigstens in dem mittleren Europa (nur dieses kennt man bis jetzt ziemlich vollständig) überall dieselbe ist. Zwar sind keineswegs in jeder Gegend alle die Gesteinschichten vorhanden, welche man nach und nach an verschiedenen Orten kennen lernte; wo aber auch nur zwei oder drei derselben gefunden werden und sich bestimmt als dieselben wiedererkennen lassen, da liegen sie auch immer in derselben Ordnung aufeinander, wie da, wo man sie anderwärts beobachtet hat. Bezeichnet man z. B. 24 einzelne Schichten oder Schichtencomplexe, die sich durch bestimmte Kennzeichen von einander unterscheiden lassen, durch die Buchstaben des Alphabetes in der Weise, daß die Schicht a von oben herein den Anfang macht, so findet man da, wo

die ursprüngliche Lagerung nicht umgeworfen ist, niemals eine Abweichung von dieser an einem Orte bestimmten Ordnung des Alphabetes der Schichten, wenn auch vielleicht vielfache Lücken darin eintreten, oder sich neue Zusätze zu dem schon Bekannten ergeben, d. h. man wird z. B. nie die Schicht o über der Schicht m, oder die Schicht p über der Schicht o liegen sehen, obwohl es oft vorkommen mag, daß m unmittelbar auf o, a unmittelbar auf p oder z liegt u. s. w. während alle dazwischen gehörige Glieder fehlen. Ueberhaupt aber sind in manchen, namentlich in Gebirgsgegenden, gar keine Flötzgebirge vorhanden, die Schiefer- und Massengesteine sind dann unbedeckt.

§. 140.

Conglomerat, Sandstein, Kalkstein, Mergel und Schieferthon mit ihren Varietäten sind die durchaus vorherrschenden und vielfach sich wiederholenden Hauptbestandmassen der Schichtgesteine oder Flötzformationen; Dolomit, Steinsalz, Gyps, Eisenstein, Hornstein, Thonstein, Steinkohle und Braunkohle sind schon seltner, jenen „untergeordnete“ Erscheinungen.

§. 141.

Gesteinsverbindungsformeln der Schichtgesteine. — Von diesen Gesteinen treten nun gewöhnlich 2 oder mehrere meist schichtweise wechselnd in Verbindung mit einander auf, wodurch eine Anzahl sehr vielfach sich constant wiederholender Gesteinsverbindungsformeln oder Formationsglieder entsteht, z. B.:

- 1) Sandstein mit Zwischenlagen von Schieferthon oder Thonschiefer;
- 2) Conglomerat, wechselnd mit Sandstein und Schieferthon oder Thonschiefer;
- 3) Kalkstein mit dünnen Zwischenlagen von Mergelschiefer;
- 4) Schieferthon mit Mergel- und Kalkstein-Zwischenlagen;
- 5) Schieferthon und Sandstein, mit Kohlenschichten wechselnd;
- 6) Schieferthon oder Mergel, mit Gyps wechselnd;
- 7) Thon, Gyps und Steinsalz, letztere mehr stock- als lagerförmig in ersterem;
- 8) Dolomit, Gyps, Thon und Steinsalz.

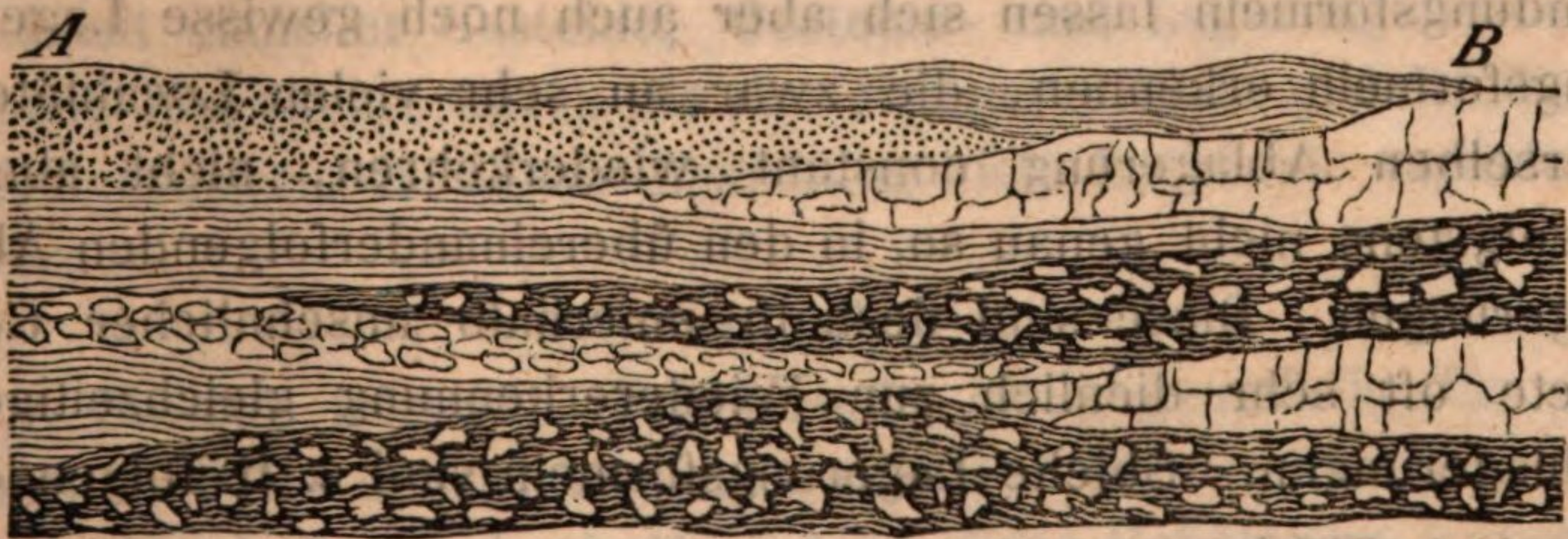
§. 142.

Diese und ähnliche constante Gesteinsverbindungen in

den Flötzformationen sind durchaus nicht zufällig zu nennen, sondern die einzelnen Gesteine bedingen sich entweder gegenseitig, oder stehen wenigstens in einem gewissen Causalnexus zu einander, d. h. sie sind entweder nur durch besondere Umstände (z. B. Ruhe und Bewegung) gesonderte Niederschläge einer und derselben Solution oder Trübung, oder sie stellen die natürliche Reihenfolge periodischer Einschwemmung, geordnet nach den Gesetzen der Schwere, dar. Eine solche natürliche Reihenfolge ist z. B. der oft wiederholte Wechsel: Conglomerat, Sandstein und Schieferthon.

§. 143.

Die vielfache Wiederholung dieser und ähnlicher Gesteinsverbindungsformeln durch die ganze Reihe der Schichtgesteine hindurch und das häufige Auskeilen einzelner Schichten oder ganzer Formeln in horizontaler Richtung machen oft das Wiedererkennen der gleichzeitigen Ablagerungen (die Bestimmung der Formationen) sehr schwierig; es kann namentlich durch letzteren Umstand, da, wo die Bereiche zweier durch verschiedenartige Einströmungen gleichzeitig in einem Wasserbecken erfolgten Ablagerungen aneinander grenzen, im extremen Falle ein solches Ineinandergreifen der einzelnen Schichten bewirkt werden, daß dadurch, wie in der nachstehenden Skizze bei A und B, die Resultate der Ablagerung einer und derselben Zeitperiode dennoch gänzlich verschieden sind.



Auch zeigt sich sogar eine und dieselbe Schicht nicht immer in ihrer ganzen Ausdehnung auf dieselbe Weise zusammengesetzt, sondern es finden zuweilen Uebergänge in verschiedene Gesteinsvarietäten innerhalb derselben Schicht statt, wie dieß besonders bei den mechanischen Ablagerungen aus Wasser ganz natürlich ist, wenn man bedenkt,

dafs dieselbe Fluth oder Strömung Geschiebe, Sand und feinen Thonschlamm gleichzeitig mit sich führt und nur an ungleichen Stellen ablagert.

§. 144.

Während die meisten Schichtgesteine sich innerhalb der Flötzformationsreihe mehrfach oder vielfach wiederholen, der Art, dafs man aus der Gesteinsnatur allein niemals auf das Alter einer Schicht schliessen kann, giebt es dagegen auch einige Gesteine oder Gesteinsverbindungen von besonderer Natur, die bis jetzt nur einmal in der ganzen grossen Reihe der Schichtgesteine aufgefunden worden sind. Dahin gehören z. B. die weisse Kreide mit Feuersteinen und der Kupferschiefer; wo man daher diese charakteristisch wiederfindet, da sind sie für sich allein hinreichend, die Stelle in der allgemeinen Reihe, den geologischen Horizont, das geologische Niveau, zu bezeichnen. Man kann jedoch nicht erwarten, dafs diese besonderen Gesteine gleichzeitig über die ganze Erde verbreitet seien; vorläufig können sie nur etwa für Mittel-Europa als sichere Führer oder Leitschichten betrachtet werden, und auch da nur im Falle ihrer Anwesenheit; denn dafs sie vielfach fehlen oder durch andere Gesteine vertreten werden, ist auch hier schon bekannt.

§. 145.

Lagerungsformeln. — Ausser jenen Gesteinsverbindungsformeln lassen sich aber auch noch gewisse Lagerungsformeln erkennen, die zwar an sehr vielen Localitäten derselben Ablagerung constant wiederkehren, nicht aber, wenigstens nicht genau so, in den übereinanderfolgenden Ablagerungen. Diese sind deshalb innerhalb ansehnlicher Gebiete oft sehr dienlich zur Wiedererkennung gleichzeitiger Ablagerungen. Solche Lagerungsformeln sind z. B. folgende:

1) In Thüringen :

knotiger Kalkstein (Wellenkalk)	} Muskelkalk und bunter Sandstein.
rother und grünlicher Schieferthon mit Fasergyps	
dergl. Schieferthon mit Hornsteinlagen	
dergl. Schieferthon mit dolomitischen Thonstein-	
lagen	
compacte Gypsschicht	
Sandstein	

- 2) Ebenfalls in Thüringen:
- | | | |
|--|---|------------|
| dünnplattiger Stinkstein | } | Zechstein. |
| bituminöser Mergelschiefer | | |
| Kupferschiefer | | |
| grauer, oft conglomeratartiger Sandstein | | |
- 3) In Württemberg:
- | | | |
|---|---|--------|
| hellgeblicher dichter Kalkstein | } | Jura. |
| Eisenrogenstein | | |
| Eisensandstein | | |
| dunkler, bituminöser Schiefer | } | Leias. |
| dunkler bituminöser Kalkstein | | |
| eisenschüssiger Sandstein | | |

§. 148.

Gleichzeitigkeitsbestimmung (Parallelisirung). — Wo man solche bestimmte und complicirte Lagerungsformeln in nicht zu entlegenen Gegenden wiederfindet, da kann man ebenso wie aus den nicht wiederkehrenden Gesteinen oder Gesteinsverbindungsformeln das geologisch parallele Niveau (die Gleichzeitigkeit) der Schichten ziemlich sicher aus ihnen erkennen, was selbst dann noch der Fall ist, wenn einzelne untergeordnete Schichten durch Auskeilen aus den Formeln verschwunden sind. Diese Folgerung ist aber umsomehr gültig, wenn man die Lagerungsformeln durch einen größeren Landstrich hindurch gewissermaßen niemals ganz aus den Augen verliert. Dessenungeachtet sind früher durch die Aehnlichkeit mancher Gesteine, Gesteins- und Lagerungsformeln, sowie umgekehrt durch die Gesteinsungleichheit gleichzeitiger Ablagerungen, in dieser Beziehung viele Irrthümer veranlaßt worden.

§. 147.

Diesem letzteren Uebelstande ist gegenwärtig für die meisten Fälle durch die Lehre von den Versteinerungen und ihrer Vertheilung abgeholfen, denn diese Ueberreste früherer organischer Schöpfungen sind, wie erwähnt, in den einzelnen Schichtencomplexen von einander verschieden, ihr organischer Charakter ändert sich progressiv, in je tieferen, älteren Schichten man sie aufsucht, und sie können da, wo sie wohl-erhalten vorhanden sind, als völlig sichere Kriterien der Unterscheidung oder Vergleichung einzelner Formationen ange-

sehen werden, da ihr Wesen offenbar nicht von zufälligen Umständen, sondern durchaus von den physikalischen Verhältnissen der einzelnen Erdbildungsperioden abhängig ist. Die Versteinerungen sind sonach die sichersten Hilfsmittel zur Bestimmung der Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit von Schichtenablagerungen. Man darf behaupten, sie sind zuweilen die einzig sicheren, da selbst die relative Lagerung der Schichten durch gewaltige Naturereignisse in Unordnung gebracht sein kann und in einzelnen Fällen wirklich so gestört ist, daß nur die Versteinerungen über den ursprünglichen Zustand Aufschluß zu geben vermögen.

§. 148.

Die Schichtgesteine oder Flötzgebilde liegen nun also gleichsam geordnet in einer großen Reihe übereinander, diese Reihe ist aber an keinem einzelnen Orte vollständig, auch, was die petrographische Natur der einzelnen Schichten betrifft, nicht überall gleich, man hat sie vielmehr erst ideal ergänzt, indem man alle bekannten Beobachtungen miteinander verglich und so aus den einzelnen localen Schichtreihen eine mehr oder weniger allgemeine zusammenstellte, welche auf Tabelle II für Deutschland dargestellt ist.

§. 149.

Gruppierung oder Eintheilung der Schichtgesteine. — Um eine leichtere Uebersicht der ganzen Reihe zu gewinnen und um sich schnell und sicher zu verstehen, wenn man die Ablagerungen zweier Gegenden mit einander vergleichen will, hat man die ganze Reihe in Gruppen, Formationen und Formationsglieder abgetheilt. Es lassen sich die Begriffe dieser Abtheilungen nicht haarscharf feststellen, ungefähr aber versteht man sie so:

§. 150.

Formationsglied (Etagé) ist eine Reihe von Schichten desselben Gesteines oder innig mit einander verwandter Gesteine, welche zusammen eine Gesteinsverbindungsformel bilden. Formationsglied ist daher die engste Gruppierung von Schichten, die unter denselben äußeren Verhältnissen kurz

nacheinander abgelagert worden sind und deshalb auch alle dieselben Arten organischer Reste enthalten.

§. 151.

Formation (Gebirge) ist die nächst umfassendere Abtheilung. Man rechnet zu einer Formation alle Schichten, von denen sich voraussetzen läßt, daß sie unter gleichen oder sehr ähnlichen Verhältnissen abgelagert worden sind. Daraus folgt von selbst, daß sowohl die Gesteine, woraus eine Formation besteht, als auch die Versteinerungen, welche darin vorkommen, eine gewisse Uebereinstimmung zeigen. Doch sind für beide die Grenzen nicht so eng, als bei dem Formationsglied, es pflegen vielmehr die meisten Formationen aus mehreren Formationsgliedern zu bestehen. Innerhalb einer Formation können nun aber, noch mehr wie innerhalb eines Gliedes, auch in horizontaler Ausdehnung gewisse Unterschiede eintreten durch sogenannte ungleiche Facies oder Parallelbildungen; dasselbe Wasserbecken kann gleichzeitig am Rand und in der Mitte oder von zwei Seiten her ungleiche Gesteine und in diesen auch etwas verschiedene organische Reste abgelagert haben. Läßt sich ein solcher Vorgang aus dem Resultate erkennen, so pflegt man ihn durch die Ausdrücke Facies oder Parallelf ormation zu bezeichnen, welche beide als horizontale Abtheilungen derselben Formation zu betrachten sind, wie die Formationsglieder als verticale. Aequivalente nennt man dagegen solche Formationen, die sich zwar als gleichzeitig, aber unter ganz verschiedenen Umständen abgelagert zu erkennen geben, z. B. an einem Orte im Meere, am anderen in einem Landsee. Zu einer

§. 152.

Gruppe (Gebirge, System, Terrain) vereinigt man dagegen mehrere Formationen, die nach ihrer Zusammensetzung, ihrer Verbreitung, oder dem Charakter ihrer Versteinerungen sich als in gewissem Grade zusammengehörig erweisen.

§. 153.

Es versteht sich von selbst, daß alle diese Abtheilungen um so schwankender, ich möchte sagen willkürlicher werden, je mehr sie umfassen. Dagegen aber werden sie dann um

so allgemeiner anwendbar, da der Charakter einer Gruppe sich in der Regel über weit gröfsere Ländergebiete verfolgen läfst, als der einer Formation, und dieser wieder über gröfsere, als der eines bestimmten Formationsgliedes. Am geringsten ist natürlich die horizontale Verbreitung der einzelnen Schichten.

§. 154.

In Folge der Entdeckung der Ungleichheit der versteinerten Arten in den einzelnen Flötzformationen war man eine Zeit lang geneigt, vorauszusetzen, die einzelnen, in gewissem Grade jedenfalls willkürlich von den Geognosten abgegrenzten Flötzformationen und Gruppen seien Resultate bestimmt und scharf von einander abgegrenzter Schöpfungsperioden, so dafs weder eine Gemeinschaft zwischen ihren Versteinerungen, noch ein Uebergang zwischen den Ablagerungen selbst stattfinden könne. Diefs hat sich aber, wie die früher angenommene allgemeine Verbreitung der Formationen, als eine von den Ansichten herausgestellt, die ihren Ursprung dem allzugrofsen Systematisirungstriebe der Menschen verdankt. In Wirklichkeit verhält es sich nicht so, oft genug findet sich dieselbe Muschelart in zwei Formationen wieder, und die gegenseitigen Grenzen der Ablagerungen sind zuweilen so schwankend, dafs je zwei Beobachter darüber namentlich an zwei verschiedenen Orten ganz ungleicher Ansicht sein können, ohne dafs man einem derselben den Vorwurf der Ungenauigkeit machen darf.

§. 155.

Wir wissen, dafs die meisten Formationen in Meeresbecken abgelagert wurden, die aber, wie alle Theile der festen Erdkruste, beständigen Veränderungen des Niveaus und folglich auch ihrer Begrenzung ausgesetzt waren, so dafs an einem Orte Meeresboden zu Festland wurde, oder sich sogar zu einer Gebirgsanschwellung erhob, während anderwärts die Ablagerungen auf ihm fort dauerten oder sogar das benachbarte Festland unter dem Meeresspiegel in den Bereich der Ablagerungen hinabsank.

§. 156.

Auf diese Weise haben die Zustände (Land und Wasser) und mit ihnen die Möglichkeit oder Art der Ablagerungen

wohl in jedem Theile der Erdoberfläche nach und nach viele Male gewechselt, wie denn in der That dieser beständige Wechsel noch jetzt fortdauert, wenn auch so langsam, daß er in dem Zeitraume menschlicher Beobachtung fast verschwindend klein erscheint. — Aber was ist das für ein Zeitraum? Er ist eine Null gegen die wahrscheinliche Entwicklungsdauer des Erdkörpers. Wir haben für diese gar kein positives Maß, wir können nur aus sehr vielen That- sachen schließen, daß sie größer sein muß, als unsere Begriffe deutlich aufzufassen vermögen.

§. 157.

Es bilden nun in Deutschland die Flötzformationen die aus Tabelle II zu ersehende Reihenfolge. Die einzelnen Gesteine derselben werde ich im folgenden Abschnitt specieller besprechen, hier jedoch eine ganz kurze Schilderung ihrer Natur und Verbreitung innerhalb unseres Vaterlandes folgen lassen.

§. 158.

Alluvialgebilde oder recente Formationen hat man die neuesten durch Wasser vermittelten Gesteinsablagerungen genannt, welche noch jetzt an der Erdoberfläche entstehen und nur Ueberreste von solchen Organismen als Versteinerungen umschließen, wie sie noch gegenwärtig auf der Erde leben oder in historischer Zeit gelebt haben. Die hierher gehörigen Gesteinsbildungen sind sehr mannigfaltiger Art. Natürlich lassen sich nur die auf dem Lande und an den Ufern der Gewässer erfolgenden beobachten, während die wahrscheinlich viel umfangreicheren auf dem Boden des Meeres nicht verfolgt werden können. Das ist der Grund, warum sich als Alluvialgebilde speciell fast nur die räumlich sehr beschränkten Ablagerungen der Flüsse an ihren Ufern oder Mündungen (Deltabildungen), die Küstenbildungen des Meeres, die kalkigen oder eisenhaltigen Absätze der Quellen, die Torflager und gewisse Anhäufungen von Infusorienschalen bezeichnen lassen. Die gewöhnlichen Benennungen für diese einzelnen Gebilde sind: Flußsand, Schlamm und Geschiebe, Dünen, Kalktuff, Raseneisenstein, Kieselguhr. Ihre Verbreitung in Deutschland ist eine höchst sporadische, durchaus

nicht zusammenhängende, fast in allen Gegenden findet man hie und da etwas davon. Ganz anders werden sich jedenfalls die gleichzeitigen Ablagerungen auf dem Meeresboden ausbreiten, doch können diese erst nach gänzlicher Aenderung der Vertheilung von Wasser und Land, durch Hebungen und Senkungen, in zukünftigen Perioden sichtbar werden. Aehnlich ist es aber wahrscheinlich in allen Erdperioden gewesen.

§. 159.

Diluvialgebilde. Sie zeigen, insofern sie gehobene Meeresablagerungen sind, eine weit zusammenhängendere Verbreitung als die vorigen. Fast die ganze norddeutsche Tiefebene ist damit bedeckt, und von da aus dringen dieselben weit in die Buchten, Becken und Stromthäler des gebirgigen Deutschlands ein. Große Felsblöcke, aus skandinavischen Gesteinen bestehend, sogenannte nordische Geschiebe, Lehm, Sand und Geröllablagerungen charakterisiren überall die deutschen Diluvialgebilde, die man hiernach in erratische Blöcke und Lössformation gesondert hat, unter letzterer die vorherrschend aus Lehm und Sand bestehenden unteren Ablagerungen der ganzen Gruppe verstehend. — Jene Geschiebe sind oft wichtig für den Strafsen- und Hausbau als einzige feste Steine weit und breit; aus Kalkstein bestehend ersetzen sie hie und da sogar Kalklager; dem Feldbau sind sie dagegen hinderlich und werden oft mühsam beseitigt oder versenkt. Die sehr ungleiche Fruchtbarkeit der norddeutschen Niederung, jenachdem ihre Oberfläche aus zusammengeschwemmtem Humus, Lehm, Sand oder Geröllen besteht, ist hinreichend bekannt.

Lehm, Sand und Kies wechseln nicht sowohl in regelmäßig übereinanderliegenden Schichten mit einander ab, sondern sie sind vielmehr in ungleichen Localitäten meist ohne sehr deutliche Schichtung abgelagert.

Organische Reste finden sich in den deutschen Diluvialgebilden verhältnißmäßig selten, sie rühren nur zum Theil von ausgestorbenen Arten her; am häufigsten sind darunter Knochen von Säugethieren und Süßwasserschnecken. Die ersteren finden sich auch in den Spalten und Höhlen mancher

deutschen Gebirgsgegenden (Elbingerode, Oelsnitz, Streitberg, Laibach, schwäbische Alp), und da die Knochen in diesen Spalten und Höhlen meist von denselben Thieren herrühren, wie die im Löss, so rechnet man jene Knochenbreccien und knochenhaltigen Schlammablagerungen auch derselben Formation zu. Ebenso müssen, hiernach zu urtheilen, einige Kalktuff- und Torfbildungen zum Theil in denselben Gegenden, wo sie noch jetzt entstehen, schon in der Diluvialzeit begonnen haben, da man in ihren unteren Lagen Ueberreste von denselben z. Th. ganz ausgestorbenen Thierarten vorfindet.

§. 160.

Molassegruppe. — Die einzelnen Abtheilungen der Molassegruppe, die sogenannten Tertiärformationen, lassen sich nicht überall scharf sondern und noch weniger genau parallelisiren. Sie zeigen sich in Europa grofsentheils in ziemlich isolirte Buchten oder Becken eingelagert, theils als Meeres-, theils als Süßwassergebilde. Da sie je nach ihrem Alter ungleiche Verhältnisse von Ueberresten lebender und ausgestorbener Arten enthalten, so hat Lyell versucht, die Schwierigkeit ihrer Eintheilung dadurch etwas zu überwinden, dafs er sie nach dem procentalen Verhältnifs zwischen lebenden und ausgestorbenen Arten unterschied. So sonderte er nach den durch die beobachteten Localitäten gegebenen Unterlagen:

pliocene Schichten mit	35	bis	100	$\frac{0}{0}$	lebenden Arten,
miocene „ „	17	„	35	$\frac{0}{0}$	„ „
eocene „ „	4	„	17	$\frac{0}{0}$	„ „

Aber es ist oft schwierig, diese procentalen Verhältnisse hinreichend festzustellen und jedenfalls für unseren Zweck zu schwierig. Ich will deshalb lieber mit wenigen Worten die Hauptlocalitäten deutscher Tertiärbildung hier berühren.

Am ganzen Nordrand der Alpen entlang treten die echten Molassebildungen sehr mächtig auf; es sind das diejenigen mitteltertiären Schichten, welche, in der Hauptsache miocen, die Veranlassung zur Benennung der ganzen Gruppe gegeben haben. Es sind hauptsächlich feinkörnige graue Sandsteine (Molasse) und grobe Conglomerate (Nagelfluhe) wechselnd mit Schie-

ferthon und mit einigen localen Braunkohlenablagerungen. Ursprünglich unter ihnen, aber durch Umkipfung bei Erhebung der Alpen, jetzt an manchen Stellen darüber, finden sich sehr nummulitenreiche eocene Schichten (Nummulitengebilde) die z. B. bei Neukirchen, unweit Salzburg, Eisensteinlager enthalten, und über jenen eigentlichen Molassegesteinen breiten sich zuweilen auch noch neuere pliocene Süßwasserkalksteine (z. B. bei Ulm und Oeningen) aus, während alle diese Schichten auf dem flachen Abfall zwischen den Alpen und der Donau häufig von diluvialem und alluvialem Schwemmland, sowie von Torfbildungen bedeckt sind.

Bei Wien, im sogenannten Wiener Becken, ist der Charakter der tertiären Ablagerungen ein etwas anderer. Unter dem Löss findet man zunächst Quarzschutt und Sand oder Süßwasserkalk, dann sogenannten Leithakalk mit vielen Versteinerungen, und Conglomerat, hierunter eine sehr mächtige Thonbildung, sogenannten Tegel, mit Zwischenlagerungen von Kalkstein und Sand, sowie örtlich mit Braunkohlen, zuunterst aber Kalksteine und Molassesandsteine wie am Alpenrande.

Im sogenannten Mainzer Becken, welches seine Fortsetzung im oberen breiten Rheinthale bis Basel findet (da aber meist von neueren Anschwemmungen überdeckt), folgen die Tertiärbildungen so unter einander:

- 1) obere Braunkohlenletten mit Braunkohlen und Pflanzenresten, Land- und Süßwasserschnecken enthaltend;
- 2) Kalksteine mit sehr vielen Lithorinellen und Cerithien (Meeresconchylien);
- 3) Süßwasserkalk mit Land- und Süßwasserschnecken;
- 4) Braunkohlenletten mit Sand, sandigem Mergel und Braunkohlen;
- 5) Sand mit Meeresmuscheln.

Alle diese Schichten bilden ein sehr flachhügeliges Gebiet. In der Wetterau herrschen dagegen die Braunkohlenablagerungen ganz vor.

In Böhmen bestehen die Tertiärbildungen, welche fast nur in dessen nördlichen Gegenden auftreten, vorherrschend aus Braunkohlenablagerungen, welche auf mächtigem Braunkohlensandstein ruhen und hie und da von neueren Süßwasserkalksteinen und Mergel bedeckt werden. Auch Basalttuffbildungen gesellen sich dazu. — In der großen nord-

deutschen Niederung und in ihren Einbuchtungen zwischen die südlicheren Gebirgsgegenden sind die sehr ausgebreiteten Tertiärgebilde meist vom Diluvium überdeckt. Sie bestehen theils aus Braunkohlenablagerungen mit viel Thon und weissem Sand, theils aus sogenanntem Septarienthon, einer Thon- und Mergelbildung mit vielen Meeresmuscheln und festeren kalkigen Concretionen (Septarien). Die Braunkohlengebilde dringen jedoch auch mehrfach in das benachbarte Bergland ein, besonders in die basalt- und trachytreichen Gegenden, so in Kurhessen, in der Rhön, im Vogelgebirge, im Westerwald und im Siebengebirge.

Bemerkenswerth ist es noch, daß mit Ausnahme der Alpen die Schichten der Molassegruppe in Deutschland nie stark gehoben oder aufgerichtet sind, vielmehr in der Regel nur flache Vertiefungen ausfüllen.

§. 161.

Kreidegruppe. Sie zeigt schon eine gröfsere Uebereinstimmung ihrer Glieder in den verschiedenen Localitäten ihres Auftretens als die Molassegruppe. In Deutschland haben wir hauptsächlich zwei Regionen zu unterscheiden, in welchen Kreidegebilde vorkommen, und einen breiten Landstrich dazwischen, in welchem sie gänzlich fehlen. Die südliche Region ist die der Alpen. Hier sind die einzelnen Formationen der Kreidegruppe noch nicht recht gesondert, man weiß nur, daß ein Theil der dichten Alpenkalksteine, besonders die Hippuriten führenden, gewisse Sandsteine, Schieferthone und Mergel (Flysch und Wiener Sandstein, die Gosauschichten u. s. w.) der Kreidegruppe zugehören, ohne sie schon ganz genau einordnen zu können. Dann treten noch einmal in den Umgebungen Regensburgs Sandsteine und Mergel auf, welche ungefähr dem Quadersandstein entsprechen. Dagegen ist aber das Rheingebiet von der Schweiz an bis nach Bonn gänzlich frei von Kreidebildungen, und ebenso fehlen sie im ganzen Maingebiet, an der Weser bis Pyrmont, und an der Saale bis zu ihrer Einmündung in die Elbe; diese grofse kreidefreie Zone Deutschlands zieht sich dann vom Fichtelgebirge durch den Böhmer Wald und durch ganz Südböhmen bis nach Mähren.

Nördlich von dieser Zone finden wir dagegen in Nordböhmen und Ostsachsen, sowie in Schlesien sehr verbreitet den Quadersandstein, der durch die kalkige und mergelige Zwischenlagerung des Pläner in zwei Abtheilungen, den oberen und unteren Quader, gesondert wird. Im nordwestlichen Deutschland dagegen, nördlich und westlich vom Harz und über Münster bis jenseit Aachen, treten vielfach oft etwas gehobene und aufgerichtete Kreidebildungen auf, welche aus Quadersandstein, Plänerkalk, Plänermergel und Flammenmergel bestehen, auch noch unterlagert von den sogenannten Hilsbildungen (Hilsthon und Hilsconglomerat), dem Neocomien entsprechend. Fast alle diese Schichten enthalten zahlreiche und zwar lauter ausgestorbene Arten von Meeresmuscheln, besonders Inoceramen, Ostreen, Pectiniten, Terebrateln und Spatangen, auch einige Ammoniten und Belemniten. Endlich findet sich am äußersten Nordrande Deutschlands, auf der Insel Rügen, auch noch die echte weisse Kreide, wie in England und Frankreich, mit ihren vielen Feuersteinknollen und Lagern.

§. 162.

Die Wieldenformation (Wälderthon, Wealden) nimmt in Deutschland verhältnissmässig nur ein kleines, aber ziemlich mächtiges Gebiet in den Umgebungen von Bückeburg ein. Sie besteht hier aus Sandsteinen und Schieferthonen mit untergeordneten Einlagerungen von bauwürdigem Eisenstein und Kohlen, charakterisirt durch eine grosse Menge Süßwassermuscheln und Schnecken.

§. 163.

Juragruppe. Man theilt sie in die Juraformation und Leiasformation (Lias) oder auch in weissen, braunen und schwarzen Jura (letzterer entspricht der Leiasformation). Der weisse Jura ist charakterisirt durch hellfarbige dichte Kalksteine, deren oberste Schichten in der Grafschaft Pappenheim den lithographischen Kalkstein liefern, während die unteren zuweilen örtlich durch Dolomit vertreten und dann oft von Höhlenräumen durchzogen sind. Der braune Jura besteht dagegen vorherrschend aus braunem und grauem Thon und Mergel, sowie aus sehr eisenschüssigem Sandstein, der örtlich in

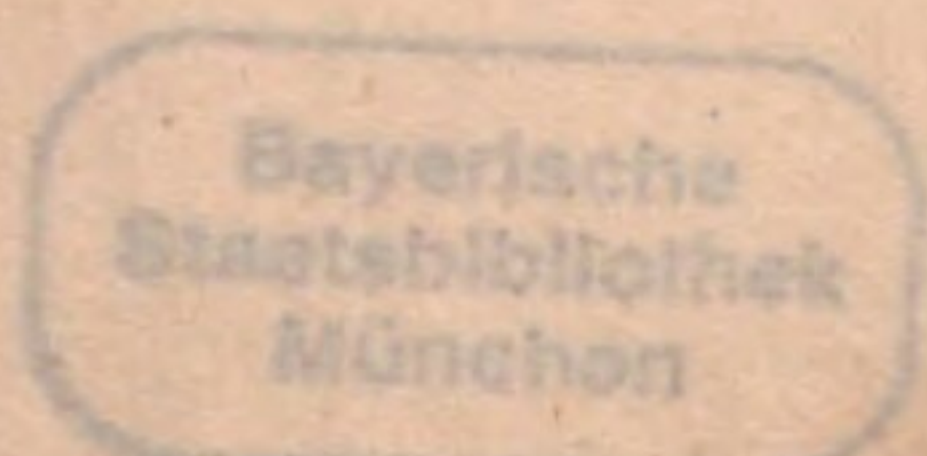
Eisenrogenstein übergeht. Der schwarze Jura endlich zeigt in einigen Gegenden wieder drei Glieder: zuoberst den dunklen bituminösen Leias- (Mergel-) Schiefer, darunter den gleichfalls dunklen und bituminösen Leias- und zu unterst den Leias- und Sandstein.

Alle diese Gebilde sind sehr reich an Versteinerungen, die häufigsten und auffallendsten darunter sind Ammoniten, Belemniten, vielerlei Meeresmuscheln und Schnecken, Korallen, Echiniten, Fische und Saurier. Die deutschen Verbreitungsgebiete der Juragruppe sind folgende: Der Teutoburger Wald, die Weserketten und das flachhügelige Gebiet nördlich vom Harz, Oberschlesien, wo reichhaltige Thoneisensteinlager darin auftreten, Franken, zwischen Coburg und Regensburg, und von da aus südwestlich die ganze rauhe oder schwäbische Alp; nördlich von dieser dringen die Juragebilde noch sporadisch bis in das Rheinthale oberhalb Heidelberg ein. Endlich gehört auch noch ein großer Theil der dichten Alpenkalksteine der Juragruppe an; doch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, diese scharf von denen der Trias- und Kreidegruppe zu sondern. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das Steinsalz der Alpen dieser Gruppe zugehört.

§. 164.

Triasgruppe. Sie besteht, wo sie vollständig entwickelt ist, aus folgenden einzelnen Formationen und Gliedern:

Keupermergel mit Gypsstöcken oder Sandstein und Mergel	} Keuper-formation.
grauer Sandstein und Mergel, zuweilen mit Gyps, Anhydrit und Steinsalz	
Kalkstein- oder Dolomitbänke	
grauer und brauner Sandstein oder Schieferthon mit Lettenkohle	
grauer, zuweilen dolomitischer Kalkstein und Mergel Anhydrit, Gyps, Salzthon und Steinsalz	} Muschelkalk-formation.
Wellenkalk (und Dolomit)	
Röth (rother und grüner Schieferthon mit Gyps und zuweilen Steinsalz)	} Buntsandsteinformation.
weißser Sandstein	
zuweilen Rogenstein	
rother und bunter Sandstein	
braunrother Schieferthon	



Diese Glieder sind aber nicht überall gleichmäfsig entwickelt, am vollständigsten in Schwaben, Franken und Thüringen. Von da aus breiten sie sich durch Hessen bis zur nordwestlichen Spitze des Teutoburger Waldes aus und wiederholen sich jenseit des Rheines in der Pfalz. Oestlich von der Saale wird die Gliederung unvollständiger, in Sachsen sind nur noch Spuren vom bunten Sandstein zu finden, in Schlesien stellt sich wieder Muschelkalk ein, aber an der Stelle von Steinsalz und Gyps enthält er Galmei und Eisensteinlager, wie sie ähnlich auch bei Wiesloch in Baden darin vorkommen. Böhmen, Mähren und Südbaiern (bis zu den Alpen) sind frei von der Triasgruppe, in den Alpen tritt sie, jedoch in wenig kenntlicher Gestalt, wieder auf. Während der Keuper Deutschlands fast nur Landpflanzenreste enthält, vertreten ihn hier, wie es scheint, ganz marine Schichten mit sehr vielen, ausserdem nicht bekannten Versteinerungen (bei Hallstadt, Aufsee und St. Cassian). Der Muschelkalk ist schwer auszuscheiden aus dem grossen Gebiete des nördlichen Alpenkalksteines, und den Vertreter des bunten Sandsteines bildet nur eine geringmächtige, rothe, sandige Ablagerung zwischen diesem und der Grauwacke.

Der alpinische Muschelkalk scheint nur wenig Versteinerungen zu enthalten im Vergleich gegen den norddeutschen, der sehr reich ist an Ceratiten, Terebrateln, *Avicula*, *Pecten* und Encriniten. Der bunte Sandstein enthält jedoch auch in Norddeutschland nur einige Pflanzenreste und Fährten von Sauriern.

§. 165.

Zechsteininformation. Sie ist auf ein verhältnissmäfsig kleines Gebiet beschränkt, man kennt sie charakteristisch nur in Thüringen und in beiden Hessen.

Ihre normale Gliederung ist hier folgende:

Stinkstein, Letten und Mergel, Rauhacke oder Dolomit mit stockförmigen Massen von Gyps, Steinsalz oder Spatheisenstein (bei Suhl).

Zechstein, d. i. dunkelgrauer Stinkstein und bituminöser dunkler Mergelschiefer mit vielen Fischabdrücken und der Muschelgattung *Productus*.

Kupferschiefer.

Sanderz oder Weissliegendes.

Die oberen Glieder dieser Formation setzen jedoch auch weiter östlich fort durch Sachsen nach Schlesien. Ganz Süddeutschland und die eigentliche norddeutsche Tiefebene besitzen dagegen nichts von der Zechsteinbildung.

§. 166.

Steinkohlengruppe. Sie besteht in Deutschland wesentlich aus dem Rothliegenden und der eigentlichen Steinkohlenformation. In England und Belgien rechnet man dazu auch noch den Kohlenkalkstein, der aber in Deutschland nur an der Ruhr und bei Aachen einigermaßen entwickelt mit ihr zusammen vorkommt.

Das Rothliegende besteht in seiner oberen Abtheilung aus rothen und braunrothen groben Conglomeraten, in der unteren, nicht so verbreiteten, aus Thonstein, Schieferthon, Sandstein und schwachen Kohlenlagern. Es enthält nur einige Reste von Landpflanzen, namentlich versteinerte Hölzer. Gewöhnlich bildet es felsige Vorberge von Gebirgen und ist meist von Porphyren begleitet.

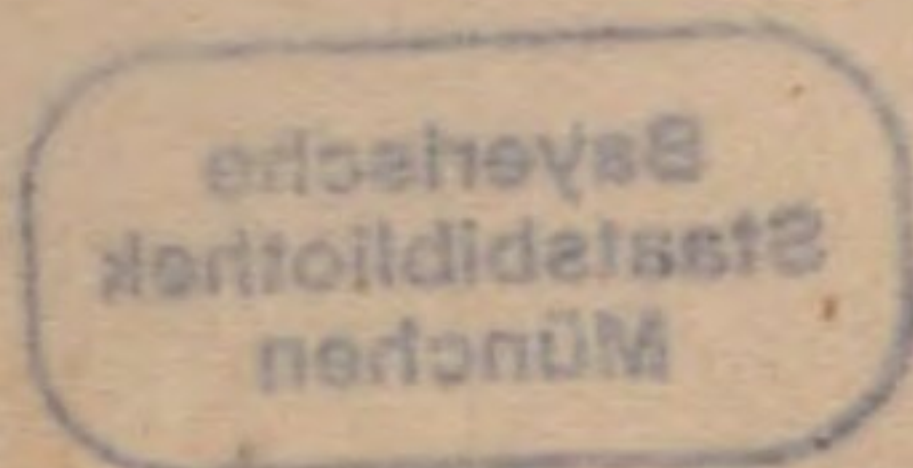
Die Steinkohlenformation ist vorherrschend ein Wechsel von Kohlenschiefer und Kohlensandstein mit untergeordneten Einlagerungen von Steinkohle und seltener von Thoneisenstein. Viele Abdrücke von Farrenkräutern, Asterophyllen, Calamiten, Sigillarien, Stigmarien und Lepidodendren charakterisiren dieselbe. Die Steinkohlengruppe fehlt im südlichen Süddeutschland fast ganz, nur an der Stangenalp in Steiermark und im Schwarzwald sind Theile davon bekannt. In Mitteldeutschland, am südlichen Fusse des Hundsrück und zwischen Prag und Pilsen in Böhmen ist sie sehr mächtig entwickelt. Am Böhmerwald ist ihr Dasein noch etwas ungewiss. Noch weiter nördlich füllt sie eine Anzahl beckenförmiger Vertiefungen aus, die eine Art Kranz um das deutsche Gebirgsland an dessen nördlichem Saum bilden. So zwischen Liebenau, Glatz und Waldenburg in Böhmen und Schlesien, zwischen Tarnowitz und Krakau, am Nordrande des Riesengebirges, im Plauen'schen Grunde bei Dresden, zwischen Hainichen und Zwickau im Erzgebirge, bei Löbejün und Wettin nördlich von Halle, in der großen thüringischen Mulde, aus welcher sich Rothliegendes und Kohlenschichten

am Thüringer Wald, am Harz und am Kiffhäuser erheben, die auch an den entgegengesetzten Abfällen des Harzes und des Thüringer Waldes wieder gefunden werden, bei Ibbenbüren unweit Osnabrück, im Ruhrthal und in der Umgegend von Aachen. In diesen beiden letzteren Gegenden ist, wie gesagt, auch der Kohlenkalkstein vorhanden, der durch seine vielen Meeresconchylien sich der Grauwackengruppe verwandter zeigt als der Kohlenformation.

§. 167.

Grauwackengruppe. Sie besteht in Deutschland überall vorherrschend aus Grauwackenschiefer, wechselnd mit Grauwackensandstein, hie und da mehr oder minder mächtige Einlagerungen von Dachschiefer, Alaunschiefer, Kieselschiefer, Quarzit, Kalkstein, Dolomit und Eisenstein, in den Ruhrgegenden auch von Galmei, Bleiglanz und Schwefelkies enthaltend. Sehr gewöhnlich sind die Grauwackengebilde von Grünsteinen durchsetzt, deren Tuffgesteine sogar als untergeordnete Einlagerungen mit Versteinerungen darin auftreten. Die einzelnen Formationen und Glieder, welche in England auch durch ihre petrographischen Verhältnisse leicht zu trennen sind, können hier nur schwierig und nur durch die Ungleichheit der Versteinerungen unterschieden werden. In allen Abtheilungen aber herrschen Reste von Meeresorganismen vor, während nur hie und da Theile von Landpflanzen eingeschwemmt sind. Charakteristisch für die ganze Gruppe sind Trilobiten, Orthoceratiten, Goniatiten, Clymonien, Spiriferen und Graptolithen.

Das größte zusammenhängende Grauwackengebiet Deutschlands bildet das vom Rhein durchströmte Schieferterrain, bestehend aus der hohen Venn, den Ardennen, der Eifel, dem Hundsrück, dem Taunus und Westerwald. Dieses große Grauwackengebiet steht offenbar in unterirdischem Zusammenhange mit dem des Harzes, der Gegend westlich von Magdeburg, des östlichen Thüringer Waldes, des Frankenwaldes, Fichtelgebirges und Erzgebirges, sowie wahrscheinlich auch durch die Lausitzer Grauwacke mit dem Schlesiens und Mährens. In allen diesen Gebieten sind die Grauwackenschichten stark aufgerichtet und bilden plateauförmige, von



sehr gewundenen tiefen Thaleinschnitten durchzogene Höhenzüge.

Ein anderes, durchschnittlich älteres großes Grauwackengebiet tritt im Centrum des böhmischen Kessels als beckenförmige Einlagerung auf, und dann findet sich noch einmal ein langer Grauwackenstreif in den östlichen Alpen, zwischen Gratz und Innsbruck, mit vielen stock- und gangförmigen Einlagerungen von Spatheisenstein.

Krystallinische Schiefergesteine.

§. 168.

Allgemeines. — Die hierzu gehörigen Gesteine sind meist Verbindungen von Glimmer, Feldspath, Quarz, Chlorit, Talk, Hornblende und ähnlichen Mineralien; seltener gesellen sich dazu auch Kalkstein, Dolomit, Graphit und dergleichen. In der Regel herrscht ein Gestein in einem großen Gebiete vor, in welches dann zuweilen einige andere, ebenfalls Schiefergesteine, als untergeordnete Lagermassen eingebettet sind. Oft ist der Wechsel der einzelnen Gesteine ein außerordentlich schneller und mannichfaltiger.

§. 169.

Zu den vorherrschenden oder Hauptgesteinen gehören namentlich Thonschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Glimmerschiefer, Kalkglimmerschiefer, Granulitschiefer und Gneifs, zu den mehr untergeordneten Quarzschiefer, Graphitschiefer, Turmalinschiefer und Hornblendeschiefer; damit verbunden sind aber ganz besonders häufig auch noch, ohne deshalb schieferig zu sein, körniger Kalkstein, Dolomit, Brauneisenstein, Magneteisenstein.

§. 170.

Diese Gesteine liegen zwar in keiner constanten Reihenfolge nach bestimmten Gesetzen übereinander, ebensowenig als die einzelnen Gesteinsvarietäten der Schichtgesteine; aber dennoch beobachtet man in den meisten Fällen den Gneifs, also das am meisten krystallinische der Hauptschiefergesteine, mit seinen untergeordneten Begleitern zu

unterst, darüber den Glimmerschiefer, und zuoberst den versteinungsleeren halbkrySTALLINISCHEN Thonschiefer, welcher sich oft an die Grauwackengruppe eng anschließt. So ist z. B. die Lagerung im Erzgebirge, wo man deutlich diese 3 Hauptabtheilungen oder Hauptschiefergesteine mit ihren untergeordneten Einlagerungen über einander findet, ohne daß sie jedoch überall scharf von einander zu trennen wären.

§. 171.

Auch die untergeordneten Einlagerungen sind zwar nicht streng an bestimmte Hauptgesteine gebunden, aber doch in einer gewissen Auswahl vertheilt, und zuweilen unter einander zu mehrfach wiederkehrenden Gruppen, Formationen oder Gliedern verbunden, so daß man dann sogar aus der Anwesenheit des einen, auf die des anderen schließen kann.

§. 172.

Alle diese Gesteine enthalten keine ihnen oder ihrer Lagerungsstelle (ihrem Niveau) zugehörigen Versteinerungen, weshalb denn auch für sie von einer Formationseintheilung, nach den bei den Schichtgesteinen angewendeten Principien, nicht die Rede sein kann. Sie enthalten in der Regel überhaupt keine organischen Reste, und nur ganz ausnahmsweise hat man hie und da undeutliche Spuren von Versteinerungen darin gefunden.

§. 173.

Im Allgemeinen schließen sich die Schiefergesteine ebenso sehr den Massengesteinen als den Schichtgesteinen an. Mit ersteren haben sie die mineralogische Zusammensetzung und den Mangel an Versteinerungen gemein, mit letzteren die Structur; denn abgesehen von der Schieferung, liegen sie gewöhnlich auch als plattenförmige Körper mehr oder weniger parallel übereinander und zeigen sogar in sich oft plattenförmige Absonderung, die sich der Schichtung vergleichen läßt. Es sind somit wahre Uebergangsgebilde, die diese Benennung weit mehr verdienen als die Grauwackenglieder, welche man oft so zu nennen pflegt.

§. 174.

Die krystallinischen Schiefer finden sich in der Regel in Gebirgen, die Hauptmasse sehr vieler Gebirge besteht

vorzugsweise aus ihnen, z. B. die des Erzgebirges, des Riesengebirges, des Böhmer Waldes, der Alpen, des Ural u. s. w. Die äußeren Formen, mit denen sie in den Gebirgen auftreten, hängen fast ganz von dem Grade der Erhebung derselben ab. Im Erzgebirge bilden sie flache Anhöhen, in den Alpen schroffe Felsspitzen, Hörner, Nadeln. Ihre Schiefertextur ist oft ganz außerordentlich gebogen und gewunden, überhaupt in der Regel gestörter als die der Schichtgesteine. Sehr oft zeigen sie auch durch parallele Fältelung bewirkten Linearparallelismus, der sich bei jenen fast nie findet. Sie werden ganz besonders häufig von Massengesteinen, Erz- und Mineralgängen durchsetzt, und einige der ersteren sind in gewissem Grade constante Begleiter derselben. Sie enthalten nur ganz ausnahmsweise Fragmente anderer Gesteine und verrathen sich überhaupt durch viele Umstände als sehr alt.

§. 175.

Verbindungsformeln oder untergeordnete Einlagerungen der Schiefergesteine. — Die Schiefergesteine zeigen, wie die geschichteten, gewisse constant wiederkehrende Verbindungsformeln, und namentlich sind, wie schon §. 171 erwähnt wurde, die untergeordneten Einlagerungen mit einiger Auswahl in die Hauptgesteine vertheilt.

§. 176.

Im versteinerungsleeren Thonschiefer, der in den meisten Fällen die oberste Abtheilung der Schiefergesteine bildet, finden sich als untergeordnet besonders häufig:

Quarzwülste und Quarzschnüre, Quarzschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Brauneisenstein, körniger Kalkstein oder Dolomit, Grünstein und Grünsteinschiefer, welche letztere zum Theil als eruptiv zu betrachten sind. Chloritschiefer und Talkschiefer sind zuweilen gleichsam die Vertreter des Thonschiefers als Hauptgestein..

§. 177.

Diese untergeordneten Massen sind aber in die großen Gebiete des Thonschiefers gewöhnlich nur sehr sporadisch eingestreut, die härteren derselben bringen oft vorstehende Felsrücken oder Kuppen hervor.

§. 178.

Fleckschiefer, Knotenschiefer, Chiasolithschiefer, Hornfels und Schalstein finden sich im versteinungsleeren ebenso wie im Grauwacken-Thonschiefer nur da, wo er mit Eruptivgesteinen in Berührung tritt, und sie sind deshalb höchst wahrscheinlich als Contact-Metamorphosen desselben zu betrachten. Die ersteren umgeben z. B. bei Falkenstein und Lengefeld in Sachsen Granitellipsoide, die letzteren den Granit bei Wesenstein und die Grünsteine bei Zelle unweit Nossen.

§. 179.

Mit dem Glimmerschiefer als einem Hauptgesteine sind sehr gewöhnlich verbunden:

Quarzwülste und Quarzschnüre, Quarzschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Graphitschiefer, Turmalinschiefer, Gneifs, Hornblendeschiefer, Brauneisenstein, Kalkglimmerschiefer, körniger Kalkstein und Dolomit, Hornblendefels, Granatfels und Magneteisenstein, letztere z. Th. eruptiv, Chlorit- und Talkschiefer manchmal als Vertreter des Glimmerschiefers.

§. 180.

Wie im Thonschiefer, so sind auch im Glimmerschiefer diese untergeordneten Lagermassen zuweilen nur sehr sporadisch vertheilt, und als Eruptivbildungen treten außer den oben genannten in seinem Gebiete besonders häufig auch Granite und Porphyre auf.

§. 181.

Der Gneifs enthält als untergeordnet vorzugsweise:

Quarzwülste und Quarzadern, Quarzschiefer, Felsitschiefer, Granulitschiefer, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Graphitschiefer, allerlei besondere Gneifsvarietäten, Chloritschiefer, Brauneisenstein, körnigen Kalkstein und Dolomit.

Auch diese untergeordneten Lagermassen sind zuweilen nur sporadisch vertheilt.

§. 182.

Als deutliche Eruptivbildungen treten in den Gneifsgebieten am häufigsten Granite und Quarzporphyre auf, und aus der Grünsteingruppe am öftersten die Eklogite und Serpentine. Diese Eruptivmassen sind im Gneifs noch häu-

figer als im Glimmerschiefer von vielerlei Erzgängen begleitet.

§. 183.

Stellung der Schiefergesteine. — Die krystallinen Schiefergesteine finden sich am häufigsten als Unterlage oder Boden der Flötzformationen, mit deren untersten Bildungen sie durch den versteinerungsleeren Thonschiefer sehr verwandt sind; zugleich bilden sie gewöhnlich die vielfach durchbrochene Decke von granitischen oder porphyrischen Gebirgsarten, denen sie wieder durch den Gneifs sich innig anschließen.

§. 184.

Sehr schwierig ist oft die Trennung des versteinerungsleeren, zu den krystallinen Schiefergesteinen zu rechnenden Thonschiefers von dem unmittelbar darauf lagernden Grauwackenthonschiefer. Als unterscheidende Merkmale des ersteren kann man indessen gewöhnlich betrachten: den innigeren, krystallinischeren Verband erkennbarer Glimmentheile, die häufige feine Linearfältelung und die sehr oft eingemengten accessorischen Mineralien, z. B. Feldspath, Magneteisenerz, Hornblende, Talk u. s. w. Doch könnten diese zum Theil auch blos locale Folgen von Contactwirkungen sein, wie dies bei dem Chiasolith im Grauwackenschiefer am Rande des Granites bei Gefrees im Fichtelgebirge, und an mehreren anderen Orten ganz ähnlich, sicher der Fall ist. Muß man auch vielleicht alle krystallinen Schiefergesteine als Metamorphosen aus Schichtgesteinen betrachten, so ist dies doch ein ganz anderer Fall als die nur locale Wirkung emporgestiegener Eruptivmassen.

Die Grauwackenthonschiefer sind ferner in der Regel erdiger und werden nur selten auf große Ausdehnung ohne Abwechselung mit Grauwackensandstein gefunden, wenn sie auch zuweilen weit und breit keine Versteinerungen enthalten, wie z. B. in der Lausitz.

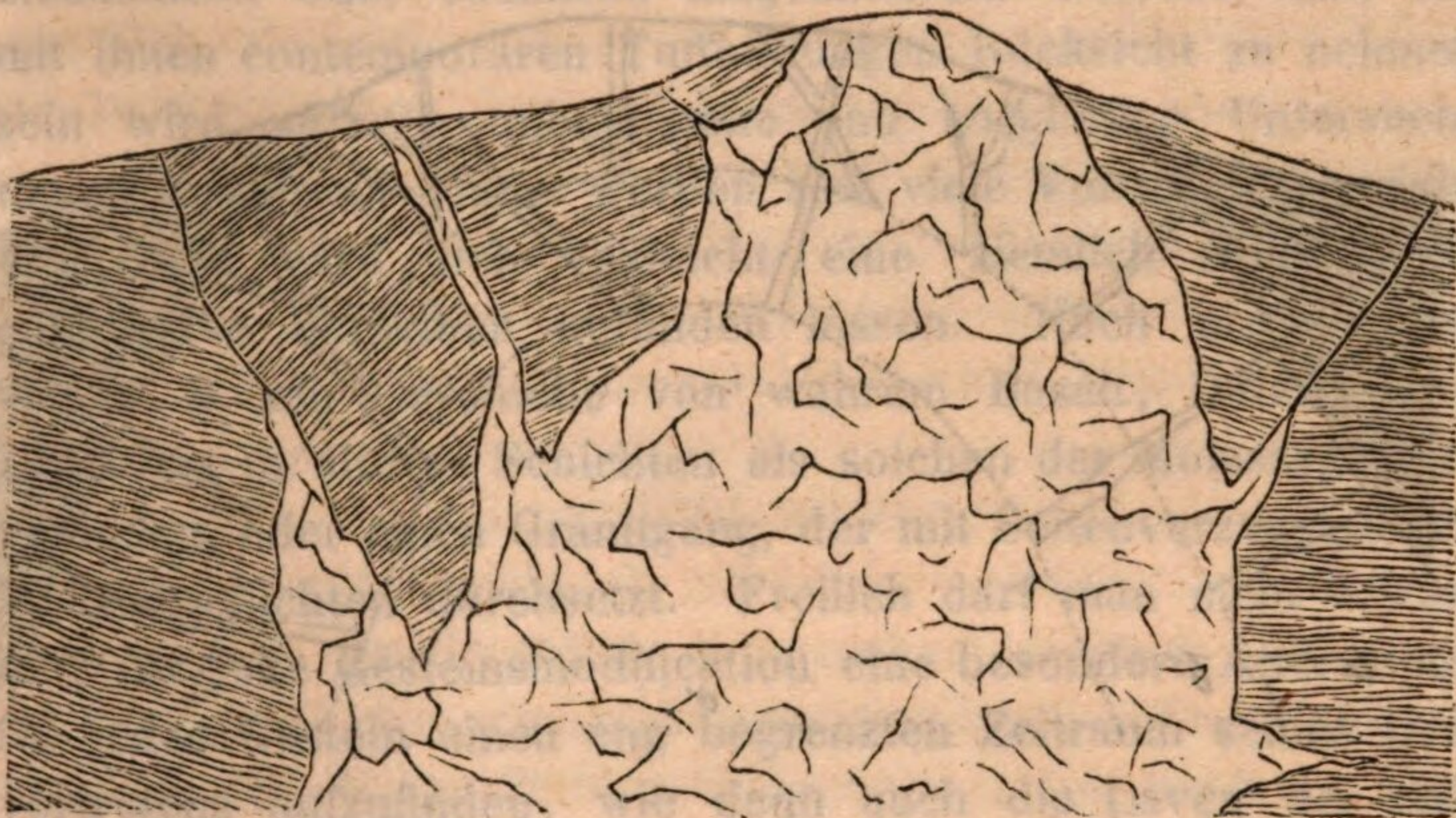
Massengesteine.

§. 185.

Allgemeines. — Die krystallinischen Massengesteine, auch plutonische oder Eruptiv-Gesteine genannt, bestehen zum Theil aus Verbindungen von Glimmer-Talk, Hornblende u. dergl. mit Quarz, zum Theil aus Felsit, Asterglimmer, Hornblende, Augit, Leuzit u. s. w. ohne Quarz. Diese Verschiedenheit der Zusammensetzungsweise scheint in der That von besonderer Wichtigkeit zu sein. Nicht nur ist das Zusammenvorkommen freier Kieselerde mit zum Theil sehr leichtflüssigen und zum Theil keineswegs auf ihrer höchsten Silicatstufe befindlichen Mineralien nur schwer zu vereinigen mit der Annahme eines einst heissflüssigen Zustandes jener ersteren (der quarzhaltigen) Gesteine, sondern es kommt dazu auch noch der besondere Umstand, dass dieselben Massengesteine, welche Quarz als Gemengtheil enthalten, sich grösstentheils frei zeigen von blasigen oder verglasten Zuständen, sowie von Tuffbildungen und deutlichen Hitzeeinwirkungen auf die von ihnen durchsetzten älteren Gesteine, während auf der anderen Seite die quarzfreien Gesteine ganz in der Regel auch blasig oder mandelsteinartig sind und auf ihre älteren Nachbarn sehr erkennbare Hitzeeinwirkungen hervorgebracht haben. Jene enthalten nie Augit und nur selten Asterglimmer, diese führen dagegen nie gemeinen Feldspath (Orthoklas) und wahrscheinlich auch keinen Phengit-Glimmer als Gemengtheil. Nichts desto weniger bleibt die eruptive Natur auch der quarzführenden Massengesteine etwas Erwiesenes und ihr einst heissflüssiger Zustand etwas Wahrscheinliches, wofür sich viele Umstände als Gründe anführen lassen. Möglich ist es freilich, dass sie nach ihrer Entstehung sehr umgewandelt worden sind, und dass erst dadurch der viele Quarz in sie hinein gekommen ist.

Die räumlichen Verhältnisse, unter welchen die Massengesteine auftreten, sind also, wie gesagt, der Art, dass man daraus unbedingt auf ihre eruptive Bildungsweise schliessen muss. Sie haben sowohl die Schiefer- als auch die Schichtge-

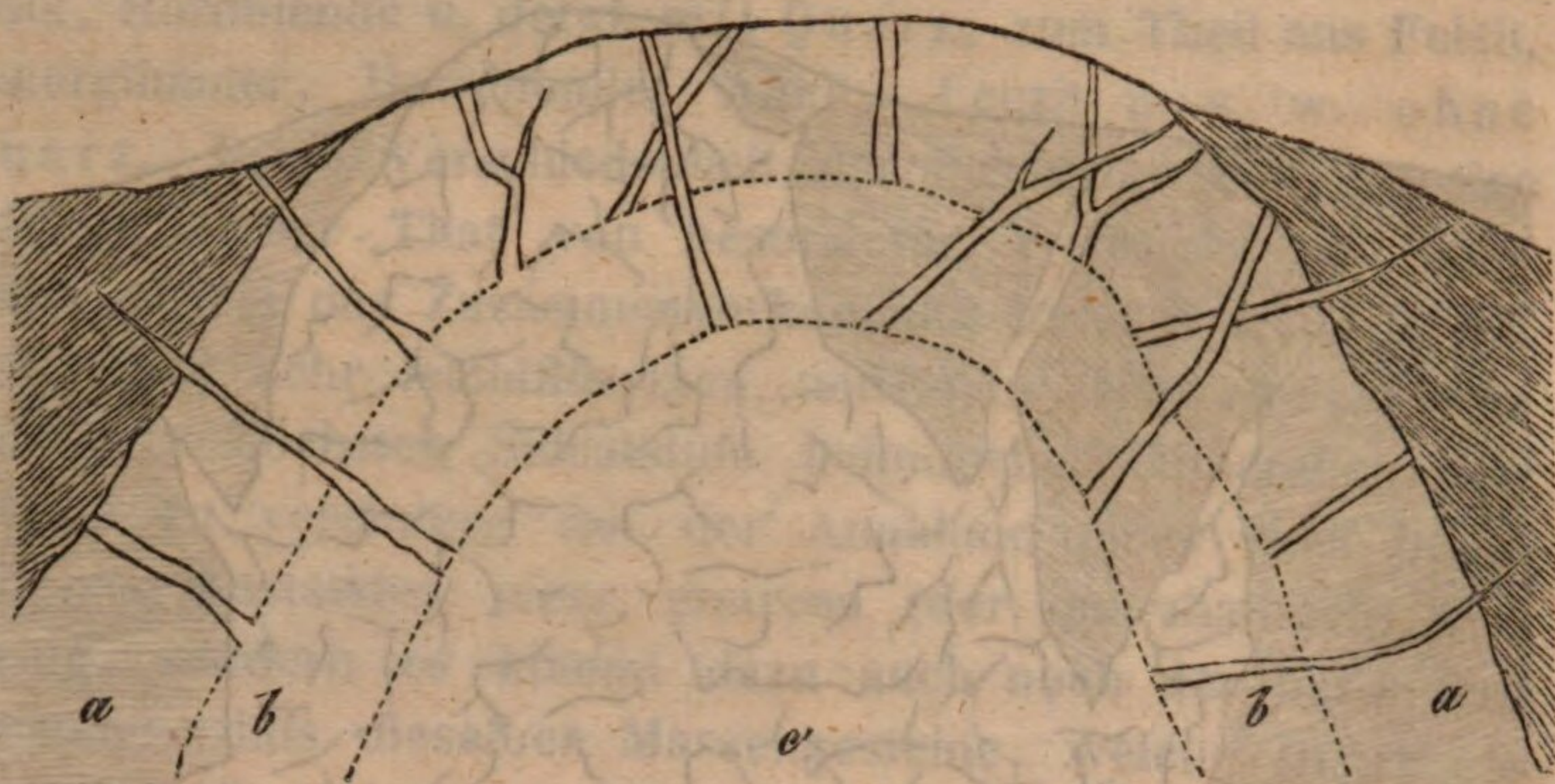
steine durchbrochen und dabei aus ihrer ursprünglichen Lagerungsweise auf das Mannichfaltigste verrückt. Sie bilden grofse unregelmäßige Massivs zwischen den von ihnen durchbrochenen Gesteinen, von denen aus oft kleinere gangförmige Ausläufer in diese hinein sich verzweigen, der Art ungefähr, wie es der nachstehende Holzschnitt ideal versinnlicht:



§. 186.

Werner ordnete die Massengesteine den Flötzformationen unter, er unterschied Ur- und Uebergangsgranit, Ur-, Uebergangs- und Flötz-Porphyr u. s. w. Diese Eintheilung als Irrthum erkennend, verfiel man in ein entgegengesetztes Extrem. Man betrachtete nämlich nun die Eruptivgesteine als solche, deren relatives Alter gänzlich inconstant sei und deren jedes beinah allen geologischen Perioden angehören könne. Deshalb nannte man sie auch abnorme Gesteine. Es scheint indessen in Wirklichkeit doch eine gewisse constante Verschiedenheit derselben, je nach ihrem relativen Alter, stattzufinden; Basalte sind z. B. stets neuerer Entstehung als Granite. Dabei zeigen sie aber auch in sich oft gangförmige Durchsetzungen, indem verschiedene Varietäten eines Hauptgesteins dasselbe in Gestalt von Spaltenausfüllungen durchziehen, die aber sehr wahrscheinlich nicht aus sehr grosser Tiefe abstammen, sondern nur aus dem Innern der Hauptmasse heraus in die Spalten der zu-

erst gebildeten oberen festen Kruste derselben, *a*, und dann der zweiten Kruste, *b*, u. s. w. eingedrungen sind und deren Material in diesen Spalten auf eine etwas andere Weise auskrystallisirt ist, als in der Hauptmasse, etwa in der Art, wie es die nachstehende ganz ideale Skizze zu versinnlichen sucht:



So finden sich namentlich in den größeren Granitmassen sehr häufig Gänge von etwas verschiedenen Granitvarietäten und selbst von Quarzporphyren, die wahrscheinlich alle aus einem und demselben Herde abstammen.

§. 187.

Die Eruptivgesteine der verschiedenen Perioden sind, wie gesagt, in gewissem Grade wirklich auch constant etwas verschieden, die Eruptivgesteine, welche nur ältere Flötzformationen (namentlich Grauwacke) durchsetzen, sind etwas andere Mineralverbindungen, als die, welche auch die neuesten Ablagerungen durchbrochen haben, d. h. den einzelnen Perioden gehören etwas ungleiche Mineralverbindungen an, und diese Mineralverbindungen haben ein einigermaßen constantes Alter. Dieser Unterschied ist ein thatsächlicher, wenn er auch vielleicht durch spätere Umwandlung der Gesteine zu erklären sein mag, der Art, dafs alle Eruptivgesteine bei ihrer Entstehung nicht verschiedener waren, als etwa jetzt die Laven der Vulkane und die tief innerlich erstarrten Theile derselben. Aber sie sind in dieser Be-

ziehung noch nicht hinreichend bekannt, und sie verdienen deshalb rücksichtlich ihres relativen Alters eine weit sorgfältigere Untersuchung, als ihnen bisher zu Theil geworden ist, wobei besonders auf das Verhalten der von ihnen herührenden Geschiebe in den Flötzformationen, der von ihnen eingeschlossenen Bruchstücke durchsetzter und oft zugleich mechanisch oder chemisch ungeänderten Gesteine und der mit ihnen contemporären Tuffbildungen Rücksicht zu nehmen sein wird. Durch unbefangene und sorgfältige Untersuchungen in diesem Sinne werden sich viele Vorurtheile berichtigen und wird sich vielleicht eine ziemlich consequente Altersreihe derselben auffinden lassen. Noch niemals hat man z. B. ein Geschiebe von wahrem Basalt, Dolerit oder Leuzitfels in älteren Schichten als solchen der Molassegruppe gefunden, oder einen Granitgang, der mit Seitenverzweigungen Molasseschichten durchsetzt. Freilich darf man nicht erwarten, für jede Gesteinsmodification eine besondere Altersstufe, für jedes Gestein einen eng begrenzten Zeitraum seines Hervortretens aufzufinden, wie denn auch die Laven der thätigen Vulkane, als Beispiele gegenwärtiger Entstehung von Eruptivgesteinen, sich in denselben Zeiträumen nicht ganz gleich sind, und umgekehrt in dem sehr langen Zeitraume der vulkanischen Thätigkeit überhaupt sich mehrfach ganz gleichartig wiederholt haben.

§. 188.

Die eruptive Natur aller in diese Abtheilung gerechneten Gesteine ist, wie erwähnt, als erwiesen zu betrachten, nämlich durch die Gestalten, mit denen sie zwischen anderen Gesteinen auftreten, durch die Zerbrechung, Biegung und Aufrichtung, die sie in angrenzenden Schiefer- oder Schichtgesteinen hervorgebracht, und durch die Fragmente der letzteren, welche sie vielfach umschlossen und sogar in höhere Niveaus getragen haben. Da diese Gesteine eruptiv sind, so kann es auch gar nicht befremden, daß die Orte ihres Hervortretens in der Regel durch Erhebung über das gewöhnliche Niveau, d. h. durch Berge oder Gebirge bezeichnet sind.

§. 189.

Die krystallinischen Massen- oder Eruptivgesteine zerfallen nach ihrer Textur in durchaus und deutlich krystallinisch körnige, wie Granit, in porphyrtartige, wie Quarzporphyr, und in dichte, wie Basalt. Die dichten und porphyrtartigen, weit seltener auch die feinkörnigen, zeigen sich zuweilen zugleich blasig oder mandelsteinartig. An allen beobachtet man oft den zeretzten oder wackenartigen Zustand, und viele sind begleitet von sogenannten Reibungsbreccien, von conglomerat- und tuffartigen Bildungen, die aus ihrer Einwirkung auf das Nebengestein oder aus ihrer theilweisen Zerstörung und Wiederablagerung durch Wasser hervorgingen.

§. 190.

Dadurch entsteht auch für sie eine Art von Gesteinsverbindungsformeln, indem z. B. dichter Basalt oft mit körnigem (Dolerit), porphyrtartigem, blasigem, mandelsteinartigem oder wackenartigem oder mit Basalttuff und Basaltconglomerat verbunden ist. Aehnlich bei den anderen Gesteinen.

§. 191.

Zu den ältesten Eruptivgesteinen gehören unstreitig Granit, Syenit und viele Grünsteine. Etwas jünger zeigen sich häufig die Porphyre, und zu den neuesten sind zu rechnen die Basalte und Trachyte, welche oft als Laven auftreten.

Ganggesteine.

(Ausfüllungen von Spalten durch nicht constante Mineralverbindungen.)

§. 192.

Von den Ganggesteinen wird hier nur sehr wenig zu sagen sein; denn wer die Geognosie auf die Gewinnung von Erzen — auf den Metallbergbau — anwenden will, der bedarf jedenfalls eines gründlicheren Studiums, als wozu dieses Buch Anleitung zu geben versucht. Es erscheint defshalb nur nöthig, eine allgemeine Idee von der Natur und dem

Vorkommen der Gänge im engeren Sinne zu geben, ohne auf Einzelheiten derselben einzugehen.

§. 193.

Schon im §. 83 haben wir gesehen, daß Gänge überhaupt Ausfüllungen von Spalten sind. Auf diese Weise kommen nun aber auch Schichtgesteine (z. B. Sandstein) und Massengesteine (z. B. Granit oder Basalt) vor. Diese Spaltenausfüllungen nennt man Gesteinsgänge und unterscheidet davon die Mineral- und Erzgänge, oder die Gänge im engeren Sinne des Wortes.

§ 194.

Die Mineral- oder Erzgänge bestehen nicht aus so gleichmäßigen und constanten Mineralverbindungen wie die Gesteine, sondern es sind in ihnen sehr vielerlei, manchmal bis 10 oder 20 verschiedene Mineralien auf eine zuweilen sehr ungleichmäßige und ungeordnete Weise mit einander verbunden. Auch die verbundenen Mineralien selbst sind zum Theil ganz andere, als in den Gesteinen aufzutreten pflegen, oder sie sind wenigstens auf eine andere Weise auskrystallisirt.

§. 195.

Als Bestandtheile der Mineral- oder Erzgänge findet man z. B. sehr häufig: Quarz (auskrystallisirt, opalartig oder mehrere Varietäten zu Achat verbunden), Kalkspath, Braunspath, Manganspath, Eisenspath, Schwerspath, Flussspath, Apatit, Bleiglanz, Blende, Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies, Buntkupfererz, Malachit, Kupferlasur, Kobaltkies, Speiskobalt, Kobaltblüthe, Zinnerz, Wolfram, Glaserz, Rothgiltigerz, Zinnober, Eisenglanz, Rotheisenstein, Brauneisenstein, Manganerze, gediegen Gold, Silber, Kupfer, Antimon, Arsen, Quecksilber u. s. w., weit seltener auch Feldspath, Glimmer, Chlorit, Hornblende u. dergl.

§. 196.

Diese Mineralien, deren wie gesagt oft 5 bis 10 oder 20 in einem Gange vereinigt sind, bilden aber nicht gleichmäßige dichte oder feinkörnige Gemenge, sondern sie sind gewöhnlich entweder als unregelmäßige und ungleich große Massen mit einander verwachsen, oder sie bilden auch wohl

abwechselnde, von den Spaltenwänden nach der Mitte zu über einander krystallisirte Lagen. Besonders häufig kommen in den Gängen auch Drusenräume vor, die schön auskrystallisirte Mineralien enthalten.

§. 197.

Der Unterschied zwischen Mineral- und Erzgängen beruht dabei lediglich auf ihrer technischen Bedeutung. Gänge, die so viel metallische Theile enthalten, daß sie dadurch einige bergmännische Wichtigkeit gewinnen, sind Erzgänge.

§. 198.

Die Mineral- und Erzgänge finden sich am häufigsten in den krystallinischen Schiefer- und den ältesten Schichtgesteinen. Ihre Häufigkeit nimmt im Allgemeinen ab mit dem Alter des Nebengesteins. Dieß ist auch sehr erklärlich, da man den Gangbildungsproceß als einen aus den ältesten Zeiten bis in die neuesten fortdauernden zu betrachten hat, der folglich die älteren Gesteine häufiger betreffen konnte als die neueren und der wahrscheinlich in der Tiefe andere Resultate lieferte, als nahe an der Oberfläche, während nun gewöhnlich nur von den älteren, längere Zeit der Oberflächenzerstörung ausgesetzten Erzeugnissen dieser Art die untern Regionen unserer Beobachtung und dem Bergbau zugänglich geworden sind, von den neueren dagegen nur die mehr ursprünglichen Ausgehenden beobachtet werden können.

§. 199.

In den krystallinischen Massengesteinen finden sich Mineral- und Erzgänge vergleichsweise seltener als in den krystallinischen Schiefern und alten Schichtgesteinen. Dagegen ist ihr Auftreten in letzteren, wie es scheint, sehr häufig an das Auftreten benachbarter Eruptivgesteine gebunden, welche bei ihrem Emporsteigen die Bedingungen zu Entstehung der Gänge veranlaßt haben mögen.

Beschreibung der Gesteine.

§. 200.

Wir haben also in §. 45 — 58 die Gesteine eingetheilt in:

I. Einfache Gesteine.

A. Kohlen.

B. Eisensteine.

C. Salze als Gesteine.

D. Kalksteine, Dolomit und Gyps.

E. Kieselgesteine.

II. Dichte oder krystallinisch körnig gemengte Gesteine.

F. Thongesteine.

G. Krystallinische Schiefergesteine.

H. Granitgesteine.

J. Grünsteine.

K. Porphyre.

L. Trachyte.

M. Augitgesteine.

III. Deutlich mechanisch gemengte Gesteine.

N. Tuffgesteine.

O. Trümmergesteine.

§. 201.

Dieß sind alles Abtheilungen nach der Art der Zusammensetzung, nicht nach der Art der Entstehung. Sie stimmen aber z. Th. auch sehr gut überein mit der Sonderung nach wahrscheinlicher Bildungsweise. Die einfachen Gesteine sind offenbar größtentheils unter Mitwirkung des Wassers abgelagert, theils auf mechanische, theils auf chemische oder organische Weise, doch haben viele von ihnen nach der Ablagerung bedeutende Umänderungen erlitten. Aehnliches gilt von den Thongesteinen, jedoch mit Ausschluss der chemischen und organischen Ablagerung. Die krystallinischen

Schiefer betrachtet man meist als umgewandelt aus Thongesteinen, die Granite, Grünsteine, Porphyre und Augitgesteine als eruptiv und ähnlich entstanden wie die Laven der Vulkane, nur wohl grösstentheils in der Tiefe, im Erdinnern erstarrt. Die deutlich mechanisch gemengten Gesteine endlich sind wieder grösstentheils (mit Ausnahme der Reibungsbreccien) ganz mechanische Ablagerungen aus Wasser.

§. 202.

Es liegt in der Natur der Sache, dafs die Zusammensetzung mechanischer Ablagerungen sehr abhängig ist von der Natur der zufällig zusammengeschwemmten Mineralien. Man kann durchaus keine volle Uebereinstimmung an zwei Orten oder aus zwei Zeiten erwarten, weil stets sehr viele Umstände modificirend einwirken konnten. Eine weit gröfsere Uebereinstimmung in Raum und Zeit läfst sich natürlich bei den chemischen Niederschlägen aus Wasser erwarten und findet sich bei diesen auch wirklich. Gyps und Steinsalz sehen sich in allen Formationen und überall sehr ähnlich.

§. 203.

Von ganz besonderem Interesse ist die ungleiche Zusammensetzung der sogenannten Eruptivgesteine, welche analog den Laven gebildet zu sein scheinen. Sie sind theils sehr krystallinisch, theils ganz dicht, beide Zustände gehen aber bei gleicher Zusammensetzung vollkommen in einander über und sind dann wohl nur Folgen ungleich schneller Krystallisation (durch Abkühlung). Zugleich zeigen diese Gesteine auch noch porphyrartige blasige und mandelsteinartige Textur, welche ebenfalls nur als formelle Modificationen einer und derselben Substanz auftreten. Aber es gehen auch alle die einzelnen sogenannten Eruptivgesteine in einander über, und was man davon mit besondern bestimmten Namen belegt hat, ist eben nur als eine vorzugsweise häufig auftretende Verbindungsform aus der grossen innig zusammenhängenden Reihe dieser Verbindungen von Feldspath, Pyroxen, Amphibol, Glimmer und Quarz zu betrachten. Granit und Quarzporphyr haben durchschnittlich dieselbe chemische Zusammensetzung. Granit geht über in Syenit,

dieser in Grünstein, dieser in Basalt u. s. w. Obwohl die einzelnen Mineralverbindungen z. Th. specifisch ungleich sind, so ist doch auch darauf kein allzugroßer Werth zu legen, da das quantitative Verhältniß der einzelnen Gemengtheile nicht constant ist, da vielmehr zuweilen einzelne successiv ganz aus der Mengung verschwinden, und da sie aus einer Gesamtmasse auskrystallisirt sind, die keine bestimmten proportionalen Mischungsverhältnisse besitzt. Am deutlichsten unterscheiden sich bei den Eruptivgesteinen zwei Reihen, in deren einer Feldspath vorherrscht, während die andere durch Hornblende oder Augit charakterisirt wird. Diese Reihen lassen sich etwa so darstellen:

Granit —	Syenit.
Porphyre —	Grünsteine.
Trachyt und Phonolith —	Dolerit und Basalt.
Feldspathlaven —	Augitlaven.

Der Grund dieser Spaltung in zwei Reihen ist noch sehr problematisch, da man von allen diesen Gesteinen vermuthet, daß sie in ungleichen Zeiten ausgepreßte Theile des flüssigen Erdkernes sind.

§. 204.

Ein anderes Problem für diese Gesteine ist noch der Quarzgehalt vieler derselben, da sich dieser nicht mit einer Entstehung durch Abkühlung aus heifsflüssigem Zustande vertragen will und auch wirklich allen neuen Laven fehlt. Dennoch ist die Form des Auftretens auch jener quarzhaltigen Eruptivgesteine ganz einer solchen Entstehungsweise entsprechend und jedenfalls eine eruptive. Man hat darum diesen Quarzgehalt auf verschiedene Weise zu erklären, d. h. trotz heifsflüssiger Entstehung als möglich darzustellen versucht, nämlich durch Ueberflüssigung, heifswässerigflüssigen Zustand, Auskrystallisiren im letzten Moment und durch späteres Eindringen desselben in Folge einer langsamen Umwandlung.

§. 205.

Ueberhaupt hat die Lehre von der Umwandlung (Metamorphose) der Gesteine in neuer Zeit sehr viel Boden gewonnen, und in der That lassen sich manche Erscheinungen am leichtesten durch sie erklären, obwohl die Art und Weise

dieser angenommenen Umwandlungsvorgänge zum Theil noch sehr wenig aufgehehlt ist. Die Dichtigkeitsunterschiede und der ungleiche krystallinische Zustand vieler Gesteine von gleicher oder doch sehr ähnlicher Zusammensetzung werden offenbar am leichtesten erklärt durch die Annahme, daß es ungleiche Stadien der Umwandlung sind, zumal da in der Regel die Grade dieser Zustände mit dem relativen Alter der Gesteine zunehmen und immer abweichender von denen der analogen Bildungen werden, die man noch jetzt entstehen sieht. Solche vermuthete Umwandlungsreihen sind z. B.

Sand, mürber Sandstein, fester Sandstein, Quarzit, Quarzschiefer oder Quarzfels.

Thon, Schieferthon, Grauwackenschiefer, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneifs.

Erdiger Kalkstein, dichter Kalkstein, körniger Kalkstein.

Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit, Graphit.

Man betrachte diese kleine, vielleicht zu theoretische Episode nur als eine beiläufige Andeutung. Sie weicht ab von dem praktischen Ziele des Buches, aber solche Abschweifungen sind nicht ganz zu umgehen.

§. 206.

In der nachfolgenden Beschreibung der Gesteine wird nicht nur ihre mineralogische Zusammensetzung näher erörtert, sondern es werden zugleich berücksichtigt: die Structur und Lagerung, die wichtigste Verbreitung in Deutschland, die technische Anwendung und der Einfluß auf die Bodenbildung. Beiläufig kann auch hie und da ein Wort über die wahrscheinliche Entstehungsweise und über besonders bezeichnende Versteinerungen eingeflochten werden.

Der Bequemlichkeit wegen werde ich dabei dieselbe Reihenfolge wählen, welche die kurze Uebersicht befolgt. Durch die Bemerkungen über die Lagerung ergiebt sich von selbst, zu welcher der 4 großen Gruppen jedes Gestein zu rechnen ist, wobei nur ein- für allemal zu bemerken ist, daß die gangförmig auftretenden Gesteine keinesweges alle zu den Ganggesteinen gehören; vielmehr sind von den eigentlichen Ganggesteinen nur einige Eisensteine mit aufgezählt

worden, die aber selbst auch als Schicht- oder Massengesteine auftreten.

A. Kohlengesteine.

§. 207.

Ich rechne dazu alle vorherrschend Kohlenstoff haltende Gesteine, ganz abgesehen davon, ob sie brennen oder nicht. Der Kohlenstoff, welcher nur in einem oder zweien der hierhergehörigen Gesteine (im Graphit und Anthracit) ziemlich rein auftritt, ist in den anderen mit Bitumen (Kohlenwasserstoff) und stets auch mit einigen Erden und Metalloxyden gemengt.

§. 208.

Schon nach der chemischen Zusammensetzung für sich allein ist es höchst wahrscheinlich, dafs alle diese Kohlengesteine aus der Umwandlung organischer und besonders vegetabilischer Ablagerungen hervorgegangen sind, und diese auf chemische Gründe basirte Vermuthung wird durch sehr viele andere Thatsachen bestätigt. Sie ist gegenwärtig ohne Weiteres als erwiesen anzusehen.

§. 209.

Die Torfbildung ist ein vor unseren Augen fortdauernder Kohlenbildungsprocefs, aber nicht der einzige. Die grofsen Flüsse waldreicher, wenig cultivirter Länder führen alljährlich sehr grofse Quantitäten von Baumstämmen und Laub in Landseen oder in das Meer ein, wo sie früher oder später gewöhnlich in ruhigen Buchten zur Ablagerung gelangen; in Urwäldern häuft sich in ziemlicher Menge Pflanzensubstanz auf und noch mehr vielleicht im Meere, da, wo Seetange weite Strecken überziehen.

§. 210.

Alle diese Vorgänge localer Pflanzenanhäufung können die Veranlassung zur Kohlenbildung werden, und wenn dieselben durch irgend einen Umstand mit mineralischen Ablagerungen wechseln, so wird das Resultat davon ein Wechsel von Kohlenlagern mit anderen Steinschichten sein.

Die besondere Entstehungsweise ist dabei für jede Kohlen-

ablagerung besonders zu ermitteln, aus ihrer eigenthümlichen Natur und Ablagerungsweise.

Die Art und Weise, wie Kohlenlager entstanden, ist sonach im Allgemeinen als bekannt anzusehen, nur die besonderen Umstände sind in den meisten einzelnen Fällen noch unermittelt.

§. 211.

Gewisse Verschiedenheiten der Natur der fossilen Kohlen zeigen sich vom Alter derselben abhängig; die neuesten sind, wenn man von der ganz neuen Bildung des Torfes absieht, die Braunkohlen, darauf folgen im Alter die Steinkohlen, noch älter sind zuweilen die Anthracitlager, und am ältesten zeigt sich gewöhnlich der Graphit. Diese Unterschiede scheinen aber wesentlich auf einer immer stärkeren Umwandlung der ursprünglichen Pflanzenreste zu beruhen und somit theils von dem Alter — der Zeitdauer — theils von der Energie gewisser Einwirkungen abhängig zu sein. Es bestehen nämlich diese Unterschiede hauptsächlich in einer steten Verminderung des Bitumengehaltes. In den Braunkohlen ist derselbe am größten, viel geringer schon in den Steinkohlen, beinahe ganz fehlt er im Anthracit, und im Graphit ist keine Spur davon mehr vorhanden, während zugleich ein veränderter Aggregatzustand der ganzen Masse eingetreten ist. Da das Bitumen eine durch Wärme leicht zu verflüchtigende Substanz ist, so kann man begreifen, daß eine lange dauernde Einwirkung der Erdwärme auf stark bedeckte Kohlenlager, oder die starke Hitzeeinwirkung sie örtlich durchbrechender Gesteine das Bitumen, der Zeit und der Temperatur dieser Ursachen entsprechend, austreiben konnte, so daß in den letzten Stadien nichts als Anthracit oder Graphit übrig blieb. In der That zeigen auch die Braunkohlenlager da, wo sie von Basalten durchbrochen sind, zuweilen Umwandlungen in Steinkohle oder Anthracit, und die Steinkohlen in der Nähe von Porphyren sind manchmal ebenfalls in Anthracit verwandelt. Dabei mußte Bitumen sublimirt werden, und dieser Umstand erklärt zugleich das Auftreten von freiem oder an gewisse Gesteine gebundenem Bitumen, Erdpech, oder Erdöl in der festen Erdrinde. Die

gewöhnliche Altersreihe der fossilen Kohlenarten stimmt also mit der naturgemäßen Umwandlungsreihe völlig überein, zumal wenn man die normalen Wirkungen der Erdwärme und die ausnahmsweisen oder localen, welche von emporsteigenden Laven ausgingen, berücksichtigt.

§. 212.

Eigentliche Kohlenlager (als Brennmaterial nutzbar) kennt man nur in der Reihe der Flötzformationen, am häufigsten in der Braunkohlen- und Steinkohlenformation. Es treten aber auch in mehreren zwischen diesen beiden gelegenen Formationen Kohlenlager auf, die zuweilen mehr den Charakter von Braunkohlen, zuweilen mehr den von Steinkohlen an sich tragen. In Deutschland kennt man bis jetzt dergleichen besonders: 1) im unteren Quadersandstein Sachsens, nirgends abbauwürdig, 2) in der Wieldenformation Westphalens, wo sie im Bückeburgischen mit Vortheil gewonnen werden, 3) im Leias oder Keuper bei Thetau unweit Baireuth, 4) im Keuper Thüringens, Frankens und Schwabens, als sogenannte Lettenkohle bekannt, aber nicht bauwürdig, 5) im Rothliegenden der Gegend von Oschatz in Sachsen (die sogenannte Bauernkohle), ganz ähnlich bei Semlin in Böhmen. Vielleicht gehören auch die thüringischen Steinkohlen hierzu.

Die wichtigsten Kohlenarten sind also:

§. 213.

1. Torf (Turf) besteht aus mehr oder weniger zersetzten Pflanzentheilen, besonders von Sumpfroosen herrührend. Seine Masse ist braun bis schwarz, meist filzig. Zuweilen findet man darin ganz unverweste Pflanzentheile, Eisenocker, Eisenkies, Vivianit, auch wohl Infusorienschalen und andere Thierreste. In Norddeutschland findet er sich besonders häufig in den Niederungen, in Süddeutschland mehr in den Gebirgen, oft sehr hoch. Er bildet sich noch fortwährend durch Uebereinanderwachsen gewisser Pflanzenarten an sumpfigen Stellen und gehört insofern der Neuzeit an; doch ist es wahrscheinlich, daß die meisten Stein- und Braunkohlenlager aus Torf entstanden sind. In der Regel findet er sich unbedeckt an der äußeren Erdoberfläche und bildet dann einen beinahe unfruchtbaren Boden. Nur wenig größere Pflanzenarten ge-

deihen darauf, wie z. B. die Krummholzkiefer. Ausnahmsweise kommen auch von Lehm oder Thon bedeckte Torflager vor, die noch nicht in Braunkohlen umgewandelt sind, so bei Mühlhausen in Thüringen,

§. 214.

Fast überall verrathen sich Torflager durch eine sumpfige Beschaffenheit der Bodenoberfläche und gewöhnlich auch noch durch einige sogleich näher zu bezeichnende Pflanzen. Wo die Bodenoberfläche trocken, fest, sandig oder gar steinig ist, da kann man auf ein unterliegendes Torflager nie hoffen; wo der Boden dagegen feucht, sumpfig, weich oder beim Auftreten elastisch schwankend sich zeigt, und wo zugleich die Sumpfhaid, *Erica tetralix*, das Wollgras, *Eriophorum*, wilder Rosmarin, *Ledum palustre*, die Sumpfheidebeere, *Vaccinium uliginosum*, gefunden werden, da kann man immer mit einiger Wahrscheinlichkeit ein Torflager voraussetzen, über dessen Dasein und Beschaffenheit man sich auch ohne Erdborhrer durch einige 3 bis 4 Fufs tiefe Löcher leicht Gewifsheit verschafft; zur näheren Untersuchung der Mächtigkeit und Beschaffenheit ist dann freilich immer wenigstens ein kurzer Erdborhrer wünschenswerth, weil in der Regel nur 4 bis 6 Fufs mächtige Lager den Abbau lohnen, die Mächtigkeit aber sich am leichtesten durch einige Bohrversuche ermitteln läfst.

§. 215.

In praktischer Beziehung werden namentlich folgende Torfarten unterschieden:

- 1) Filz- oder Moostorf, meist aus übereinander gewachsenem Moos, besonders *Sphagnum*-Arten, bestehend.
- 2) Haidetorf, gebildet aus wagerecht übereinander liegenden Schichten von theils plattgedrückten Schilfstengeln, theils verworrenfaserig verwebten moos-, haide- und farrenkrautähnlichen Pflanzen von schwarzbrauner Farbe.
- 3) Rasentorf, gröfstentheils nur aus vertrockneten, noch nicht zerstörten Gräsern, Schilfen und Moosen bestehend und gelb oder graulich gefärbt.
- 4) Papiertorf, ein Torf, der aus einem schichtenweise übereinanderliegenden Gemenge von Wurzeln, Stengeln und Blättern zusammengesetzt ist.

- 5) Pechtorf, ein Torf, der von vielem Erdharz durchdrungen ist und davon eine schwärzliche oder dunkelbraune Farbe angenommen hat.
- 6) Baggertorf, ein organischer Schlamm, der beim Trocknen dicht wird und sich ohne deutliche organische Reste zeigt, der beste von allen.

§. 216.

Der Abbau eines aufgefundenen Torflagers erfolgt nach gewissen Regeln, so daß dadurch nicht das ganze Lager auf einmal trocken gelegt wird, wodurch sein Fortwachsen und seine Qualität vermindert werden würde. Von einem zu führenden Hauptgraben aus wird die Masse nach einer oder zwei Seiten hin mit besonders dazu vorgerichteten Schaufeln regelmäßig abgestochen, wobei man sich übrigens davor hüten muß, das ganze Torflager mit einem Male trocken zu legen, wodurch nicht nur sein Fortwachsen verhindert werden, sondern auch ein Theil des Vorhandenen durch Zersetzung verlorengehen würde.

§. 217.

Einiger Torf, den man deshalb Stichtorf nennt, wird sogleich bei der Gewinnung in regelmäßige ziegelförmige Stücke gestochen; anderer ist dazu zu wenig zusammenhaltend und wird deshalb als Brei, wie die erdige Braunkohle, in hölzerne Ziegelformen gestrichen und dann erst getrocknet. Dieser heißt Streichtorf. Im nördlichen England wird auch noch der feine erdige Abfall mit $\frac{1}{4}$ Lehm und Wasser zusammen geknetet, in Kugeln geformt und getrocknet.

§. 218.

Das Trocknen des Torfes erfolgt an mehreren Orten in besonderen geheizten Trockenhäusern, weil namentlich in den hohen Gebirgen häufige Nebel das Trocknen in freier Luft sehr erschweren und oft ganz unsicher machen. — Bei kleineren Anlagen erfolgt es jedoch nur durch lockeres Aufsetzen der Ziegel auf dem Erdboden, auf Stangengestellten, oder in luftigen Schuppen. — Der Versuch, Torf durch Pressen auszutrocknen und zugleich zu verdichten, hat bis jetzt in Deutschland noch nicht gelingen wollen. Doch soll man es in England, nach noch nicht ganz verbürgten

Berichten, dahin gebracht haben, trockenen Torf in feste, steinkohlenartige Masse zusammenzupressen.

§. 219.

Bei allen Feuerungen, welche eine mäfsig starke, aber stete Erhitzung erfordern, kann der Torf mit Vortheil angewendet werden; nur darf er nicht gar zu viel Asche geben. Man gebraucht ihn bei allen Siede- und Verdampfungsarbeiten, in Kalk-, Ziegel-, Töpfer-, Steingut- und Glasöfen, zum Brennen auf Küchenheerden, zur Zimmerheizung u. s. w. — Man gewinnt selbst in neuerer Zeit Gas zur Beleuchtung aus ihm; hierbei ist es gut, ihn nicht lange (etwa nur drei Viertelstunden) zu destilliren; man erhält dann zugleich eine gute Torfkohle bei dieser Arbeit.

§. 220.

Um den Torf für manche andere Arbeiten brauchbarer zu machen, wird er verkohlt. Diefs geschieht entweder in Meilern, in Gruben oder in besonders dazu erbauten Oefen. Die Torfstücke erhalten zur Meilerverkohlung gröfsere Dimensionen als die zum gewöhnlichen Gebrauche; auch müssen sie sehr lufttrocken sein. Die Torfmeiler werden wie die Holzmeiler vorgerichtet und behandelt, nur etwas kleiner gemacht, und erfordern einen stärkeren Luftzug. Geht die Arbeit gut, so kann man dem Raume nach auf 35 bis 40 Procent Kohlen rechnen, die beinahe eben so brauchbar sind als Holzkohlen, viel schneller anbrennen als die gewöhnlichen Torfstücke, bei einem minder starken Luftzuge fortbrennen und ein gemäfsigteres, gleichförmigeres Feuer ohne üblen Geruch geben. Am besten taugen zur Verkohl-ung die dichten festen Torfgattungen, nicht gut die leichten. Auch das Verkohlen in Gruben geht auf ähnliche Weise, wie bei'm Holze, vor sich. Um diese Arbeit in geschlossenen Räumen vorzunehmen, bedient man sich theils eiserner Cylinder, theils gemauerter Oefen.

Vergl. darüber Moser's Torfwirthschaft, Wiegmann, über Entstehung, Bildung und Wesen des Torfes 1837, Winkler, über die Zusammensetzung der Torfsorten des Erzgebirges 1840, Papius, die Lehre vom Torf 1845, Griesbach, Bildung des Torfes in den Emsmoosen 1846, Kast, die Entstehung, Gewinnung und Nutzung des Torfes 1847.

A. Winkler untersuchte 41 erzgebirgische Torfsorten und fand darin Kohlenstoff 35—55, Wasser und andere flüchtige Körper 39—55, Asche 1—24 Procent. Regnault fand dagegen in einem Torf bis 60 Procent Kohlenstoff. Winkler hat zugleich den Brennwerth im Vergleich zu Fichtenholz zu bestimmen gesucht, und hiernach entspricht 1 Klafter Fichtenholz 1294—2043 Pfund Torf.

§. 221.

Neuerlich hat man die Torfkohle auch als Düngemittel angewendet (Fischer, Braunkohlen und Torf als Düngemittel, Grimma 1840), und in London, wo bisher fast aller Thier- und Menschendünger durch die Themse dem Meere zugeführt wurde, hat man angefangen, die Kloaken durch Behandlung mit Torfkohle ihres unangenehmen Geruches zu berauben, die Mengung aber als Dünger zu benutzen.

§. 222.

Zuletzt möge hier noch ein vom Professor Langethal entworfenes Verzeichniss der für Moor- und Torfboden charakteristischen Pflanzen folgen.

Für den moorigen Haideboden sind folgende bezeichnend:

Molinia coerulea Mch.,
Hydrocotyle vulgaris L.,
Drosera rotundifolia L.,
Juncus squarrosus L.,
Scirpus cespitosus L.,

Vaccinium uliginosum L.,
Arbutus uva ursi L.,
Empetrum nigrum L.,
Poa decumbens Scop.

Als ächte Torfpflanzen können nachstehende angesehen werden:

Eriophorum alpinum L.,
Eriophorum vaginatum L.,
Eriophorum capitatum Host.,
Eriophorum gracile Koch.,
Schoenus albus L.,
Schoenus ferrugineus L.,
Schoenus nigricans L.,
Arundo stricta Timm.,
Drosera anglica Sm.,
Drosera longifolia Sm.,
Scheuchzeria palustris L.,

Andromeda polyfolia L.,
Ledum palustre L.,
Comarum palustre L.,
Cineraria palustris L.,
Carex teretiuscula Schk.,
Carex paradoxa W.,
Carex ampullacea Good.,
Carex filiformis L.,
Carex limosa L.,
Carex pulicaris L.,
Carex flava L.

Moor überhaupt bewohnen folgende Pflanzen:

Pinguicula vulgaris L.,
Valeriana dioica L.,

Eriophorum latifolium Hpp.,
Eriophorum angustifolium Rth.,

<i>Scirpus compressus</i> Pers.,	<i>Vaccinium Oxycoccus</i> L.,
<i>Menganthus trifoliata</i> L.,	<i>Saxifraga Hirculus</i> L.,
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.,	<i>Spergula nodosa</i> L.,
<i>Parnassia palustris</i> L.,	<i>Geum rivale</i> L.,
<i>Tofieldia calyculata</i> Whlbn.,	<i>Pedicularis palustris</i> L.,
<i>Cladium germanicum</i> Schrad.,	<i>Malaxis paludosa</i> Schw.,
<i>Hierochloa borealis</i> R. S.,	<i>Myrica gale</i> L.
<i>Swertia perennis</i> L.,	

Diese sind wenigstens die in Deutschland am häufigsten vorkommenden Pflanzen des Moorebietes. Auch können noch mehrere Wassergewächse, wie z. B. *Potamogeton perfoliatus* L., *Hydrocharis morsus ranae* L., hinzugezählt werden.

§. 223.

2. Braunkohle, eine bituminöse braune oder schwarze Kohle mit braunem Strich. Accessorisch findet man darin zuweilen Gyps, Eisenkies, Schwefel, Bernstein, Honigstein, Sphärosiderit. Sie zeigt sich dicht, erdig, holzartig und blätterig, und man unterscheidet je nach der Textur und sonstiger Beschaffenheit:

- a) gemeine dichte Braunkohle, von matt erdigem Bruch,
- b) erdige Braunkohle, welche leicht zerreiblich ist, zum Theil auch Mohrkohle genannt, zum Theil Umbra,
- c) Pechbraunkohle mit glänzendem, muscheligen Bruch, sehr reich an Bitumen,
- d) bituminöses Holz (Lignit), braun, mit deutlicher Holztextur, woraus zuweilen ganze Lager bestehen,
- e) Blätterkohle (Papierkohle, Laubkohle oder Disotyl), aus lauter dünnen, biegsamen Blättchen zusammengesetzt, welche zuweilen durch Aufeinanderichtung von Laub entstanden sind,
- f) Brandschiefer, eine sehr unreine thonige Braunkohle, oder vielmehr nur ein sehr bituminöser Schieferthon.

§. 224.

Die Braunkohle bildet mehr oder weniger regelmäßige Lager in der nach ihr benannten Formation, welche in Deutschland sich zwischen den Kreidebildungen und Süßwasserkalksteinen vorfindet, häufig aber auf viel älteren Gesteinen als Kreide lagert und nur von Diluvialgebilden (Sand und Lehm) oder gar nicht bedeckt ist.

§. 225.

Ueberall, wo in Deutschland die Diluvialgebilde mächtig entwickelt sind, da ist auch einige Hoffnung vorhanden, Braunkohlen unter ihnen zu finden, so z. B. in vielen Gegenden der norddeutschen Ebene. Besondere Verräther ihrer Nähe sind hier: 1) Hügelbildungen der Oberfläche, 2) weisse Thonschichten mit einzelnen Pflanzenstengeln, 3) anstehende Massen eines besonders festen Braunkohlensandsteines, der, wo die Formationsreihe vollständig entwickelt ist, unter der Braunkohle liegt, 4) auch blendend weisser loser Sand oder Kies, welcher sich durch diese Färbung von dem mehr geblichenen Sand oder Kies der Diluvialgebilde unterscheidet und sehr häufig die nächste Decke der Braunkohlenlager bildet.

§. 226.

Will man sich nun, wo dergleichen Anzeigen vorhanden sind, oder auch, wo man nur aus der Diluvialbedeckung auf die Möglichkeit der Anwesenheit von Braunkohlen schließt, Ueberzeugung verschaffen, so hat man ein oder zwei Bohrlöcher niederzustossen, bis man, wenn sich keine Kohlen zeigen, entweder festes Gestein oder eine solche Tiefe erreicht, in welcher der Abbau gewöhnlicher Braunkohlen nicht mehr lohnend sein würde. Findet man dagegen auf diese Weise ein Braunkohlenlager, so ist seine weitere Beschaffenheit in der Weise zu ermitteln, wie es weiter unten für die Steinkohlen angegeben wird.

§. 227.

Leichter als in den grossen Diluvialebenen wird die Auffindung gewöhnlich in dem Vorhügellande der Gebirge oder in den Gebirgen selbst, wo die Oberfläche mehr durchschnitten ist oder die Schichten nicht ganz horizontal übereinander liegen, so dass nicht die oberste alle anderen bedeckt. Auffallend ist es, dass hier die Braunkohlen besonders häufig mit Basaltgebilden zusammen vorkommen und in ihrer Nähe sich oft von ganz besonders guter Beschaffenheit, viel besser, als in den grossen Diluvialebenen zeigen, so z. B. am Meissner in Hessen und bei Aufsig in Böhmen. — Es scheint, dass die bei der Entstehung der Basaltgebilde

entwickelte Wärme sehr vortheilhaft auf die Ausbildung der Braunkohlen eingewirkt hat; auch dürften einige Braunkohlenlager in solchen Gegenden durch den überströmenden Basalt vor späterer Zerstörung geschützt worden sein, während ihre nicht überströmten Theile meist vom Wasser weggerissen wurden (Meißner in Hessen).

§. 228.

Die Mächtigkeit der einzelnen Braunkohlenlager ist sehr ungleich und steigt von Papierdicke bis zu 100 Fufs. Gewöhnlich findet sich nur ein Lager in derselben Gegend, manchmal aber liegen auch mehrere übereinander. Ihr Aschen- und ihr Bitumengehalt sind sehr ungleich, und diese müssen deshalb, da sie den Brennwerth bestimmen, bevor man kostspielige Veranstaltungen zu einem Kohlenabbau trifft, untersucht werden. Es läßt sich jedoch nicht allgemein ein Maximum oder Minimum jener Bestandtheile bezeichnen, da der Werth eines fossilen Brennmaterials in jeder Gegend durch verschiedene Umstände bestimmt wird.

Sehr sorgfältige Analysen vieler ungarischer Braunkohlen liefert z. B. Nentvich in Haidinger's Berichten Bd. VI, bairische Braunkohlen untersuchte Schafhäutl, Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1846, S. 646.

Die Braunkohlen werden nicht nur vielfältig zum Brennen benutzt, theils so, wie sie aus der Grube kommen, theils (wenn es erdige sind) vorher in Formen gestrichen, theils auch (die besten Varietäten), nachdem sie verkohlt worden sind, sondern sie dienen auch dann noch, wenn sie zum Brennen in Oefen zu erdig und unrein sein sollten, wie dieß zuweilen der Fall ist, als nützliche Mineralproducte. Enthalten sie nämlich viel Thon und leicht verwitternden Schwefelkies, so extrahirt man daraus durch Verwitterung und Auslaugen Alaun und Eisenvitriol. Enthalten sie aber von diesen Bestandtheilen nicht viel, so ist die durch Verbrennen in Haufen auf dem Felde erlangte Asche doch immer noch als Düngemittel nutzbar. — Einige erdige Braunkohle giebt eine braune Farbe (kölnische Erde oder Umbra); sie wird gegraben, geschlemmt und in hölzerne Formen geprefst.

§. 229.

Die chemischen Bestandtheile der Braunkohlen verschiedener Localitäten schwanken nach den Untersuchungen von Regnault, Nentvich und Gräger zwischen folgenden Werthen:

Kohlenstoff	59—82	Procent
Wasserstoff	4—8	„
Sauerstoff	6—27	„
Stickstoff		
Schwefel	0—9	„
Asche	2—10	„

Man vergleiche B. Cotta, Winke über Aufsuchung von Braun- und Steinkohlen. Einzelne deutsche Localitäten schildern: Giebel im Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins zu Halle 1850 (Gegenden von Magdeburg und Halberstadt), Seyfert im Bergwerksfreund Bd. 14, S. 644 (Gegend von Sangerhausen), Rofsmäfsler in seinen Beiträgen zur Versteinerungskunde I. (Böhmen), Boll in seiner Geognosie der deutschen Ostseeländer, Grandjan in Thomas, Jahrb. für Naturkunde Bd. IV, S. 143 (Westerwald), Nögerath in den Verhandlungen der niederrheinischen Gesellschaft 1847 (Siebengebirge).

§. 230.

3. Steinkohle (Schwarzkohle), eine schwarze, ganz steinartige, schwere bituminöse Kohle mit schwarzem Strich; letzterer ist es, der sie am sichersten mineralogisch von der Braunkohle unterscheidet. Accessorisch kommen in ihr vor: Eisenkies und Knollen von Thoneisenstein. Es werden je nach Textur und sonstiger Beschaffenheit unterschieden:

- a) Schieferkohle, etwas schieferig oder vielmehr aus nicht ganz gleichartigen parallelen Lagen zusammengesetzt.
- b) Pechkohle, von pechartigem Ansehen, mit muscheligem Bruch, schwarz, oft stark fettglänzend.
- c) Kännelkohle (Gagat), der vorigen ähnlich, dicht, doch nicht ganz so pechartig, im Bruch matter, zäh, nicht spröde, defshalb zu allerlei Gegenständen verarbeitbar.
- d) Grobkohle, dickschieferig oder uneben im Bruch, gewöhnlich auch unrein, von vielen Klüften und Adern durchzogen.
- e) Rufskohle, beinah erdig, rufsig, abfärbend, matt.
- f) Faserkohle (mineralische Holzkohle), faserig, etwas seidenartig glänzend, grauschwarz, der Holzkohle ähnlich, ohne Bitumen, defshalb eigentlich Anthracit.

Außerdem unterscheidet man fast in jedem einzelnen Kohlengebiet eine Anzahl Varietäten je nach ihrer Lagerung,

Verkoaxungsfähigkeit und technischen Anwendung, wie z. B. Koak, Sandkohle, Sinterkohle, Backkohle, Hauptkohle u. s. w.

§. 231.

Die Steinkohlen bilden gewöhnlich sehr regelmässige Lager in der nach ihnen benannten Formation, welche vorherrschend aus grauem Sandstein und Schieferthon, häufig mit Pflanzenabdrücken, besteht. Sehr gewöhnlich findet man mehrere und selbst über 100 einzelne Steinkohlenlager übereinander, getrennt durch jene Sandsteine und Schieferthone, die stets eine noch viel grössere Zahl von Schichten bilden, als die Kohlen selbst. Die Mächtigkeit der einzelnen Lager ist sehr ungleich, übersteigt jedoch nur selten 20 Fufs.

§. 232.

Auch der Brennwerth der Steinkohlen ist an den einzelnen Orten sehr verschieden und vorzugsweise abhängig von ihrem Gehalte an Bitumen und an erdigen Theilen, welche Asche und Schlacken bilden. Es versteht sich von selbst, dafs die Kohlen um so besser sind, je geringer ihr Aschengehalt ist; es läfst sich aber nicht allgemein angeben, wie grofs der Aschengehalt sein dürfte, um sie für die verschiedenen Zwecke noch brauchbar erscheinen zu lassen, da hierbei vielerlei Umstände in Rücksicht kommen; praktische Versuche entscheiden defshalb hierüber weit sicherer als genaue Analysen.

§. 233.

Die wichtigsten in Deutschland bekannten Steinkohlengebiete sind folgende: eine grofse Mulde mit mehr als 100 einzelnen Kohlenflötzen am südlichen Fusse des Hundsrück, die Gegend von Aachen, das Ruhrthal, die Gegend nördlich von Halle, Ilmenau und Neuhaus am Thüringer Walde, das Becken von Zwickau in Sachsen mit 9 Flötzen, welches unterirdisch wahrscheinlich unter Chemnitz hinweg bis nach Hainichen reicht, das kleine Becken des Plauen'schen Grundes mit 4 bis 5 Flötzen, die Gegend von Glatz und Waldenburg in Schlesien und die Gegend südwestlich von Prag im Innern Böhmens.

§. 234.

Es ist jetzt die Zeit, wo in vielen Gegenden Deutschlands eine wahre Steinkohlenmanie herrscht, Jeder möchte gern durch ihre Auffindung reich werden. So manche Tagearbeit und so mancher Thaler sind schon vergeblich auf Versuchsbaue nach Steinkohlen verwendet worden, die bei einigermaßen sachverständiger Beurtheilung der Umstände hätten erspart werden können; denn nur allzuoft liefs man sich durch irgend eine schwarze Boden- oder Gesteinsfärbung, durch irgend eine besondere Oberflächengestaltung, die der in irgend einer Steinkohlengegend etwas ähnelte, in solchen Formationen zu Versuchen auf Steinkohlen verleiten, in denen nicht die geringste Aussicht auf Realisirung der gehegten Hoffnungen vorhanden war, was Jeder sich leicht hätte sagen können, der nur einigermaßen einen Begriff von den Lagerungsverhältnissen der Steinkohlen hat. — Dagegen sind innerhalb Deutschlands noch manche Gegenden vorhanden, wo die Steinkohlenhoffnung oder Steinkohlenmanie noch nicht hingedrungen ist, während doch wirklich einiger Grund vorhanden ist, in ihnen Kohlen zu vermuthen. — Da es nun sehr wünschenswerth ist, dafs ein so allgemein geschätztes, den Nationalwohlstand so wesentlich förderndes Brennmaterial nirgends ungenutzt liegen bleibe, so dürfte hier eine etwas ausführliche Behandlung dieses Gegenstandes nicht am unrechten Orte sein. Wir werden uns deshalb zunächst mit der Beantwortung der beiden Fragen beschäftigen: in welchen Gegenden und unter welchen Umständen ist mehr oder weniger begründete — in welchen Gegenden dagegen keine Hoffnung zur Auffindung von Steinkohlen vorhanden?

§. 235.

Die eigentlichen Steinkohlen finden sich nur in einer bestimmten Flötzformation zwischen der Grauwacke und dem Rothliegenden. Daraus ergiebt sich von selbst, dafs überall, wo diese Formation fehlt, auch die wahren Steinkohlen (im geologischen Sinne) fehlen. Nun ist es freilich keineswegs mit einem flüchtigen Blicke sogleich zu übersehen, ob in irgend einer Ge-

gend diese Formation wirklich ganz fehlt; wenn man aber z. B. in einem Gebirgslande an allen natürlichen und künstlichen Entblöfungen nur krystallinische Gesteine, z. B. Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Porphyry, Grünstein u. s. w., anstehen sieht, so kann man mit Bestimmtheit sagen, dafs in dieser Gegend keine Hoffnung zu Auffindung von Steinkohlen vorhanden ist. — Ebenso ist da wenig oder keine Hoffnung vorhanden, wo nur die jüngeren Flötzformationen, bunter Sandstein, Muschelkalk, Keuper, Leias, Jura, Quadersandstein, Kreide oder die Molasseglieder, in ausgedehnter Verbreitung und Mächtigkeit vorkommen. In solchen Gegenden, wie im mittleren Thüringen und im Innern Baierns, ist es zwar allerdings immer noch denkbar, dafs in sehr grofser Tiefe auch Steinkohlen vorhanden sind, diese Tiefe würde aber offenbar für unsere gegenwärtigen Kräfte und Bedürfnisse unerreichbar sein. — Es kommen nun zwar auch in den soeben genannten jüngeren Flötzformationen selbst einige Kohlenlager vor, diefs sind aber keine eigentlichen Steinkohlen; auch haben sich in Deutschland bisher von den jüngeren Kohlenlagern im Allgemeinen nur die Braunkohlen als bauwürdig gezeigt. Die sogenannten Lettenkohlen im Keuper, die Kohlen des Leias und des Quadersandsteines haben zwar hier und da zu Versuchs- und schwachen Betriebsbauen Veranlassung gegeben, ihre Gewinnung hat aber niemals grofse Bedeutung erlangt. — Auch die Gegenden der norddeutschen Ebene, welche dick mit Alluvialgebilden bedeckt sind, ohne dafs sich ältere Gesteine daraus hervorheben, geben keine Hoffnung zu Auffindung von Steinkohlen, und derselbe Fall findet in den grofsen Thalweitungen des Rheins und der Donau statt; unter ihrem ebenen Thalboden würde man ohne begründete Hoffnung nach Steinkohlen bohren, wenn nicht vielleicht irgendwo in der Nähe an den Thäländern die Steinkohlen führende Formation sich noch auffinden sollte.

§. 236.

Wir gehen nun dazu über, die Fälle näher zu bezeichnen, in welchen die Möglichkeit oder sogar begründete Hoffnung vorhanden ist, Steinkohlen in bauwürdiger Lage aufzufinden. — Zunächst verdient es Erwähnung, dafs die Stein-

kohlenformation sich am häufigsten am Fusse und Abhänge der Gebirge und an der Gränze zwischen grossen Flötzgebirgsebenen und Massengesteinsgebieten zeigt. Wo man nun in solchen Gegenden oder auch im flachen Hügellande Grauwacke oder Rothliegendes findet, da ist auch immer schon Grund vorhanden, nach der Steinkohlenformation zu suchen. Man wird dann im ersteren Falle — wenn die Grauwacke vorherrscht — nach dem Hangenden ihrer Schichten zu oder von den auf einer Seite etwa zunächst angränzenden älteren Schiefergesteinen abwärts nach Spuren von jenem grauen Sandsteine oder jenem Schieferthon suchen, welche für die Steinkohlenformation so bezeichnend sind; hat man einmal diese Glieder erreicht, so wird es nicht schwer sein, sich da, wo sie sich am mächtigsten aufgelagert zeigen, durch einige Bohrversuche zu überzeugen, ob sie auch bauwürdige Kohlenlager enthalten oder nicht. Hierzu sind Bohrversuche durchaus am geeignetsten, denn Schächte sind für blofse Versuchsarbeiten zu kostspielig, und Schürfe gewähren keine genügende Sicherheit, da die Kohlenlager an ihrem Ausgehenden oft gänzlich zusammengedrückt, zersetzt oder auf andere Weise entstellt sich zeigen. Um aber die Mächtigkeit und das Fallen eines einmal erbohrten Kohlenlagers sicher bestimmen zu können, dazu sind mindestens drei, in einem Dreieck liegende Bohrlöcher nöthig, denn nur durch drei Punkte kann die Lage einer Ebene gehörig bestimmt werden, und bevor man die Lage der Schicht nicht kennt, läfst sich auch über die erbohrte Mächtigkeit nicht urtheilen; es müßten denn in der ganzen Gegend alle Schichten horizontal lagern, so dafs eine schräge Durchbohrung derselben überhaupt nicht annehmbar wäre.

§. 237.

Ist das Rothliegende vorhanden, so ist die Hoffnung, Steinkohlen zu finden, offenbar noch gröfser als bei vorherrschender Grauwacke; denn wo die zunächst bedeckende Formation gefunden wird, da läfst sich auch auf die zunächst darunter gehörige hoffen. — Es würde diese Hoffnung aber eine weit zuverlässigere sein, wenn nicht die

Steinkohlen das Product ziemlich localer Umstände zu sein schienen, so dafs also ihre einstige Entstehung und gegenwärtige Verbreitung keine allgemeine war und ist, sondern vielmehr eine von besonderen Umständen abhängige. — Zu den der Steinkohlenbildung besonders günstigen Umständen scheint nämlich die Becken- oder Bassinform der Oberfläche gehört zu haben; denn sehr auffallend ist es, dafs man diese Brennmaterialvorräthe so häufig in mulden- oder beckenförmiger Gestalt abgelagert findet, was einen ähnlich geformten Grund und Boden, einen Landsee, Sumpf oder Meerbusen für ihre Ablagerung voraussetzt. — Zuweilen ist diese Form noch an der gegenwärtigen Gebirgsoberfläche erkennbar und kann dann allerdings auch als ein Hoffnungskriterium betrachtet werden; aber oft läfst sich dieselbe nur noch aus der Schichtenstellung ermitteln, indem dieselben einem Mittelpunkte zugeneigt sind.

§. 238.

Sind Rothliegendes und Grauwacke in einer Gegend beide vorhanden, dann wird man sich mit seinen Nachsuchungen natürlich zunächst an die Gränze beider zu wenden haben. Sollten sich aber auch hier keine Glieder der Kohlenformation zeigen, so ist es doch immer noch denkbar, dafs ihr Ausgehendes von dem Rothliegenden bedeckt ist, und ein Bohrversuch einige hundert oder tausend Schritte nach dem Inneren des Rothliegenden zu wird dann keines-

*Grauwacke.**Bohrloch. Steinkohle.*

wegs als eine ohne begründete Hoffnungen unternommene Arbeit angesehen werden können, wenn auch ein ungünstiges Resultat derselben etwa eben so leicht denkbar ist wie ein günstiges.

§. 239.

Fast derselbe Fall findet auch da statt, wo das Rothliegende unmittelbar an krystallinische Schiefer- oder Massengesteine angränzt; doch ist die Hoffnung hier im Ganzen etwas geringer, weil dieser Mangel der Grauwacke ohnehin schon eine Lücke in der Reihenfolge der Formationen andeutet.

§. 240.

Ist das Rothliegende in einer Gegend allein herrschend, so ist hier allerdings überall die Aussicht vorhanden, unter demselben Steinkohlen auffinden zu können; wenn aber weiterhin, da, wo dasselbe an ältere Gesteine gränzt, nirgends eine Spur von der Kohlenformation zu Tage tritt oder durch Bohrarbeiten, wie S. 130, hat aufgefunden werden können, so ist auch im Innern des Gebietes die Hoffnung nur gering. Zudem kann die Mächtigkeit des Rothliegenden (indem sie vielleicht 1000' übersteigt) so beträchtlich sein, daß ein Abbau nicht besonders mächtiger Kohlen unter demselben hervor für die gegenwärtigen Bedürfnisse und Hilfsmittel dadurch unvortheilhaft wird.

Hat man durch Bohrarbeiten ein Kohlenlager erreicht, und zeigt sich dieses vielleicht nicht sogleich mächtig oder gut genug, so ist doch wenigstens die Hoffnung gegeben, bei tieferem Bohren ein zweites, vielleicht bauwürdigeres, zu erreichen, denn gewöhnlich kommen mehrere derselben übereinander vor.

§. 241.

In Gegenden, wo schon Kohlenbergbau besteht, da findet zuweilen der Fall statt, daß alle Kohlenlager durch einen übersetzenden Gang (Rücken, Wechsel) abgeschnitten und verworfen werden. Hier kommt es dann darauf an, die verworfenen Fötze wieder aufzusuchen, wobei man zunächst aus der Lage des Ganges und aus der Stellung der zu beiden Seiten desselben zu beobachtenden Schichten zu beurtheilen hat, welche Gebirgshälfte die gehobene oder welche die gesenkte ist. — Ist man über diese Frage einmal im Reinen, dann wird es leicht sein, zu entscheiden, wo das Kohlenflötz wieder aufzusuchen ist.

In Ländern, wo die Kohlen zu den Regalien gehören, ist bei ihrer Auffindung die Muthung nicht zu vergessen.

§. 242.

Die mehrfache und wichtige Benutzungsweise der Steinkohlen als Brennmaterial im rohen und verkoaksten Zustande kann wohl hier als bekannt vorausgesetzt werden. Außerdem gewinnt man aus ihnen, theils gelegentlich bei der Verkohlung, theils durch besondere Arbeiten: Steinkohlentheer, Steinkohlenöl, Steinkohlenwasser, Steinkohlenruß und brennbare Gasarten (Leuchtgas). — Um sie bei dem Eisenschmelzproceß anwenden zu können, muß man einige weniger reine Steinkohlen vor der Verkoakung fein pochen und auskochen, wodurch die Gyps- und Kiesbeimengungen möglichst entfernt werden.

§. 243.

Die Stein- oder Schwarzkohle enthält nach Regnault und Vaux:

Kohlenstoff	75—89	Procent
Wasserstoff	5—6	„
Sauerstoff	6—16	„
Stickstoff		
Asche	1—5	„
Schwefel	0,3—2	„

Vaux bestimmte ferner für 5 englische Kohlensorten im nicht getrockneten Zustand:

das specielle Gewicht	1,276—1,279
den Wassergehalt	0,9—11,2 Procent
den Gasgehalt	31,4—38,7 „
den Koaksgehalt	57,2—66,7 „
den Aschengehalt	0,9—5,0 „
den Schwefelgehalt	0,3—2,3 „
den Stickstoffgehalt	1,6—2,1 „

Cotta, Winke über Aufsuchung von Stein- und Braunkohlen und geologische Bilder 1852. Steiniger, geognostische Beschreibung des Landes zwischen der unteren Saar und dem Rheine. Naumann und Cotta, Erläuterungen zur geognostischen Karte von Sachsen, Heft I, II und V. v. Carnall in Karstens Archiv Bd. III. 1831, S. 1. v. Gutbier, das Zwickauer Schwarzkohlengebirge.

§. 244.

4. Anthracit (Glanzkohle) ist eine bitumenarme oder beinahe bitumenfreie Steinkohle. Gewöhnlich sehr stark, fast

metallisch glänzend, mit schwarzem Strich. Ohne Rauch und auffallenden Geruch, aber nur bei starkem Luftzug brennend. Zuweilen schieferig (Anthracitschiefer). Accessorisch treten darin auf: Eisenkies, Quarz, Kalkspath.

§. 245.

Anthracit findet sich in Deutschland viel seltener als Steinkohle, hie und da (aber nirgends abbauwürdig) in der Grauwackenformation und dann an einigen Orten, wo die Steinkohlenformation besonders starken plutonischen Einwirkungen ausgesetzt gewesen ist, in dieser, wie er denn wohl überhaupt nur als ein Umwandlungsproduct von Steinkohle anzusehen ist. So z. B. zwischen Porphyren und auf Glimmerschiefer westlich von Altenberg in Sachsen (Schönfeld) und an der Stangenalp in Steiermark. Auch die ausgedehnten nordamerikanischen Anthracitlager gehören der Steinkohlenformation an.

§. 246.

Als Brennmaterial setzt derselbe besondere Heizvorrichtungen, namentlich sehr starken Zug voraus. Er entzündet sich schwer, einmal in Brand gebracht giebt er aber eine gröfsere Hitze als dasselbe Quantum gleich reiner Steinkohle und keinen unangenehmen Geruch.

§. 247.

Der Anthracit enthält nach Bischof's Zusammenstellung:

Kohlenstoff	85,9 — 94,2	Procent
Wasserstoff	1,5 — 3,9	„
Sauerstoff	0,3 — 3,4	„
Stickstoff		
Wasser	1,6	„
Asche	0,9 — 7,0	„

§. 248.

5. Graphit, obwohl fast nur aus Kohlenstoff bestehend, zuweilen mit sehr geringen Beimengungen von Erden oder Eisenoxyd, ist dennoch im gewöhnlichen Sinne nicht brennbar, vielmehr sehr feuerbeständig. Grauschwarz, abfärbend, fettig anzufühlen.

§. 249.

Am häufigsten bildet derselbe unregelmäßige Lager oder Massen im Glimmerschiefer, Gneifs oder Granit. Zuweilen

tritt er auch gangförmig auf oder als Gemengtheil eines Gesteins, z. B. mit Glimmer oder mit Quarz, oder mit beiden zugleich zu einem schieferigen Gestein verbunden, welches man je nach dem Vorherrschen des einen oder des anderen Minerals und der Textur als Graphitschiefer, Graphitglimmerschiefer, graphitischen Thonschiefer oder Granit u. dergl. bezeichnet. In Deutschland ist das wichtigste Vorkommen desselben das bei Passau an der Donau. Außerdem kennt man ihn bei Arzberg im Fichtelgebirge, in Schlesien u. s. w.

§. 250.

Seine Feuerbeständigkeit macht ihn anwendbar zu Herstellung von Schmelztiegeln (Passauer Tiegeln), seine Farbe und die Eigenschaft des Schreibens wird in den Bleistiften, beim Anstrich von eisernen Oefen u. s. w. ausgenutzt, und durch den fettartigen Zustand dient er als Maschinenschmiere.

Der Graphit besteht nach Prinser, Regnault und Fuchs aus

60 — 99	Procent Kohle,
1 — 40	„ Eisen, Kiesel-, Thon-, Kalk- und Talkerde.

§. 251.

6. Asphalt (Erdpech und Erdöl, Bitumen). Eine dunkle, in der Wärme erweichende, leicht brennende, pechähnliche Masse. Findet sich in der Natur theils als inniger Gemengtheil bituminöser Gesteine vor, theils auch für sich ausquellend oder zu ganzen Seen angehäuft, wie auf Trinidad.

§. 252.

Erdpech ist in Deutschland nicht in reinem Zustande vorhanden, kann jedoch aus manchen bituminösen Gesteinen, namentlich aus einigem Kupfer- und Leiaschiefer dargestellt werden.

Erdöl, aus dessen Verdickung Erdpech entsteht, ist auch in Deutschland an einigen Orten, z. B. bei Braunschweig, zufällig, theils frei zu Tage quellend, theils in Bohrlöchern gefunden worden. Man wird jedoch diese Auffindung auch künftig mehr dem Zufalle überlassen müssen, als

absichtlich herbeiführen können, da einestheils die Aussichten in Deutschland nicht sehr lockend sind, anderntheils aber in dem Gebiete der jüngeren Flötzformationen über die Localität selbst, hier, wo man so wenige Erfahrungen gemacht hat und wo Asphalt kein constantes Glied bildet, wirklich nur der Zufall entscheiden kann.

§. 253.

Asphalt wird gegenwärtig sehr viel zu Herstellung von Straßenpflaster und platten Dächern verwendet. Zu ersteren wird es erwärmt, mit 40 Procent grobem Flusssande gemengt, oder als Bindemittel in eisernen Formen über gewöhnlichen Stein Schlag gegossen, den man dann stückweise an einander fügt, worauf die Fugen wieder ausgegossen werden. Auch Eisenbahnschwellen hat man neuerlich daraus herzustellen versucht. Sowohl Asphalt als Erdöl dienen in Gegenden, wo sie häufig sind, als Bindemittel für Mauern; ersteres benutzt man auch bei uns als Kitt und Cement in besonderen Fällen. Letzteres wird vielfach zur Beleuchtung verwendet.

Der Asphalt enthält durchschnittlich in 100:

80 — 82 Kohlenstoff,

9 — 10 Wasserstoff,

8 — 9 Sauerstoff und Stickstoff.

B. Eisensteine.

§. 254.

Das Eisen tritt in sehr verschiedener Form und Verbindung als vorherrschender Bestandtheil von Gesteinen auf, die man deshalb Eisensteine nennt. Nie im metallischen Zustande, aber oft als Oxyduloxyd, Oxyd oder Oxydhydrat, mit Chrom, Titan, Schwefel oder Kohlensäure verbunden. In der letzteren Verbindung, als kohlensaueres Eisenoxydul (Spatheisenstein und Sphärosiderit) ähnelt es zuweilen manchen Kalksteinen oder Dolomiten und weicht im Ansehen sehr ab von den anderen Eisensteinen. Die Eisensteine im Allgemeinen sind in ihrem Vorkommen an keine bestimmte Form oder Formation gebunden, man findet sie vielmehr unter sehr vielartigen Lagerungs- und Verbandsverhältnissen als Lager, Gänge, stehende und liegende Stöcke, als Massivs und

als vereinzelte Knollen; wir können deshalb auch nur bei jeder einzelnen Eisensteinart die gewöhnliche Weise des Vorkommens näher besprechen.

§. 255.

Gewisse Eisensteine entstehen noch jetzt und gleichsam vor unseren Augen, so der Raseneisenstein durch Ablagerung in Sümpfen, und der Eisenglanz in Spalten an Vulkanen. Die meisten aber kann man in ihrer Entstehung nicht beobachten, und bei einigen ist dieselbe noch sehr in Dunkel gehüllt. Soviel ist jedoch sehr wahrscheinlich, daß viele ihrer Anhäufungen dadurch entstanden sind, daß das beinahe in allen Gesteinen vorhandene Eisenoxyd durch gewisse Processe aufgelöst und dann unter geeigneten Umständen örtlich wieder abgelagert wurde. Bei einigen Eisensteinen läßt sich deutlich erkennen, daß sie sich bei ihrer Bildung in einem anderen Zustande befunden haben und erst nachträglich durch Zersetzung, höhere Oxydation, Desoxydation oder Verbindung mit Wasser, also durch einen langsamen Umwandlungsproceß an Ort und Stelle geworden sind, was sie jetzt sind.

§. 256.

So entsteht Brauneisenstein durch Zersetzung von Spath-eisenstein oder Eisenkies, und Brauneisenstein kann vielleicht durch Einwirkung hoher Temperatur in Rotheisenstein, oder unter besonderen Umständen auch wohl in Magneteisenstein umgewandelt werden. Auf diese Weise haben wir sehr wahrscheinlich einige der in der Natur vorkommenden Eisensteinarten überall nur als Umwandlungsstufen anderer anzusehen, wodurch sich die Erklärung ihrer großen Mannichfaltigkeit jedenfalls sehr vereinfachen wird.

§. 257.

Da die Eisensteine meist Gegenstand des eigentlichen Metallbergbaues sind und in den meisten Ländern nicht dem Grundbesitzer gehören, sondern als Regalien erst gemuthet werden müssen, so gehört ihre Aufsuchung und Gewinnung nicht specieller in den Plan dieses Buches, doch kann es natürlich keinem Grundbesitzer gleichgültig sein, ob sein Gebiet abbauwürdige Eisenerze enthält oder nicht. Stark-

eisenhaltige Quellen und rothe Färbung des Bodens sind zuweilen Anzeigen von Eisenerzlagerstätten, zuweilen auch Ablenkungen der Magnetnadel.

§. 258.

7. Brauneisenstein, besteht vorherrschend aus Eisenoxydhydrat (85,6 Eisenoxyd und 14,4 Wasser), ist aber gewöhnlich mit etwas Manganoxyd und oft auch mit Thon- und Kieselerde vermengt, wodurch Uebergänge in eine Art Thoneisenstein und in Eisenkiesel entstehen. Strichpulver braun. Man unterscheidet als Varietäten:

- a) faserigen Brauneisenstein (braunen Glaskopf) in mannichfaltigen traubigen und stalaktitischen Gestalten,
- b) dichten Brauneisenstein, mit muscheligen oder ebenem, dichtem, mattem Bruch,
- c) ockerigen oder mulmigen Brauneisenstein, aus locker verbundenen pulverigen Theilen bestehend, ockergelb bis braun.

§. 259.

Alle drei Varietäten finden sich gewöhnlich beisammen mit Quarz, sehr häufig in Gängen oder Lagern, oder stock- und nesterförmig in einigen Flötzformationen, z. B. mit Galmei und Bleiglanz in der oberen Grauwacke der Ruhrgegend und im Muschelkalk bei Tarnowitz in Oberschlesien. Oft auch füllt Brauneisenstein die Contactspalten zwischen Eruptivgesteinen und den von ihnen durchsetzten Bildungen aus, so an den Rändern von Basalt und Grünstein (z. B. im Siegen'schen und am Harz). Das mächtige Brauneisensteinlager im Glimmerschiefer bei Arzberg im Fichtelgebirge ist offenbar durch Umwandlung aus Spatheisenstein entstanden.

Ob ein Brauneisensteinvorkommen abbau- und schmelzwürdig sei, hängt von zu vielerlei Umständen ab, um es allgemein angeben zu können, Gehalt, Mächtigkeit, Leichtigkeit der Gewinnung, Art der begleitenden Mineralien, Preise der Brennmaterialien und des Eisens, alle diese Bedingungen sind dabei zu berücksichtigen. Außerdem wird aber mancher erdige Brauneisenstein (Eisenoocker) als Farbe und, wenn mit feinem Thon gemengt, z. B. als Gelberde benutzt.

§. 260.

8. Raseneisenstein (Quellerz, Sumpferz, Wiesenerz) besteht aus 20—60 Eisenoxyd und 7—30 Wasser, in der

Regel sind jedoch auch Eisenoxydul, Manganoxyd, Kieselerde, Phosphorsäure (bis 4 Procent), organische Substanzen und Sandkörner beigemengt (letztere bis 50 Procent). Bildet oft poröse, schwammartig durchlöchernte Massen, Knollen oder Körner, er findet sich stets an der Erdoberfläche, wo er oft fortwährend aus eisenhaltigen Gewässern an sumpfigen Stellen abgesetzt wird. Bruch muschelig, Härte gering, gelblichbraun bis pechschwarz, etwas fettglänzend. Häufig in Niederungen unter Wiesen und Moorgrund, wo sich derselbe zuweilen durch verbranntes Ansehen des Rasens, oder durch dunkle farbenspielende Häute auf dem stehenden Wasser verräth. So in der Lausitz, in Niederschlesien, der Mark-Brandenburg, Mecklenburg, Pommern und Preussen.

§. 261.

9. Eisenrogenstein ist eigentlich nur eine Texturvarietät von Braun- oder Rotheisenstein, indem ganze Schichten aus lauter kleinen abgerundeten Körnchen eines dieser Gesteine sandsteinartig zusammengesetzt sind. So in den unteren braunen Schichten der Juraformation am Nordwestrande der schwäbischen Alp, wo ein sehr ergiebiger Bergbau auf diesem Gestein betrieben wird und viele Eisenhütten versorgt. Aehnlich auch im Hilsconglomerat nördlich vom Harz.

§. 262.

10. Bohnerz besteht aus 62 Eisenoxydul, 21 Kieselerde, 8 — 9 Thonerde und 7 — 8 Wasser. Es bildet kugel- oder bohnenförmige Körner von $\frac{1}{10}$ bis 2 Zoll Durchmesser, welche meist eine concentrisch schalige Structur besitzen. Findet sich meist in Spalten oder Höhlenräumen von Kalkstein oder Dolomit, zuweilen durch Kalksinter zu einem festen Conglomerat zusammengebacken. Vielfach in der schwäbischen Alp. Liefert einen sehr brauchbaren Eisenstein. Anderwärts scheint jedoch auch der gewöhnliche Brauneisenstein in sehr ähnlicher Form vorzukommen.

§. 263.

11. Rotheisenstein (Eisenglanz als Gestein), wasserfreies Eisenoxyd, bestehend aus 70 Eisen- und 30 Sauerstoff, am häufigsten dicht und dann stets verunreinigt durch etwas Titanoxyd, Chromoxyd, Kieselerde, Thon und dergl.

Farbe roth bis stahlgrau oder schwarz. Strichpulver stets roth. Schwer. Es werden folgende Varietäten unterschieden:

- a) Eisenglanz, welcher nur selten massenhaft als Gestein auftritt, was jedoch auf der Insel Elba vielfach der Fall ist. Krystallinisch und metallisch glänzend.
- b) Eisenglimmer, eine feinschuppige, glimmerartige Varietät des Eisenglanzes, durch Kleinheit der Schuppen in Eisenrahm übergehend. Nicht eigentliche Gesteinsmassen bildend, wohl aber als Gemengtheil, z. B. im Eisenglimmerschiefer.
- c) Faseriger Rotheisenstein (rother Glaskopf), stalaktitisch, traubig oder nierenförmig. Nur in kleinen Quantitäten meist mit dem folgenden zusammen.
- b) Dichter Rotheisenstein, bildet oft mächtige Gänge, auch wohl Lager in Flötzformationen (mancher Eisenrogenstein gehört dazu) oder in krystallinischen Schiefern; einige sogenannte Thoneisensteine und Eisenkiesel sind nur Varietäten des Rotheisensteins mit Thon oder Kiesel gemengt. Die reinsten Varietäten dienen als Röthel, als Polirmaterial, oder auch als Zahnpulver.
- e) Ockeriger Rotheisenstein (rother Eisenmulm), erdig.

Die meisten dieser Varietäten kommen zusammen vor und liefern treffliche Eisensteine. So z. B. in Sachsen bei Johannegeorgenstadt, Eibenstock, Schwarzenberg und Schneeberg. Bei Zorge am Harz, bei Brilon. Die daraus bestehenden Gänge sind wie die des Brauneisensteins besonders häufig Contactgänge zwischen zwei verschiedenartigen Gesteinen.

§. 264.

12. Magneteisenstein, besteht aus 69 — 75 Eisenoxyd und 25 — 31 Eisenoxydul (oder 72,4 Eisen und 27,6 Sauerstoff); dieser Verbindung ist jedoch oft Kieselerde, Quarz, Granat, Augit, Hornblende und dergl. beigemischt. Auch wohl Titaneisen, Chromeisen oder etwas Schwefeleisen und Arsen, letztere besonders nachtheilig für die Benutzung. Grauschwarz bis schwarz, Strich ebenfalls schwarz, metallglänzend, schwer, stark, magnetisch. Meist körnig, doch auch muschelartig im Bruch. Häufiger als accessorische Beimengung in anderen Gesteinen, als für sich ein Gestein bildend. Im letzteren Falle gang-, stock- oder lagerförmig im Thonschiefer, in krystallinischen Schiefer- und Massengesteinen. Sehr oft mit körnigem Kalkstein zusammen vorkommend. Ausgezeichnete Fundorte des

Gesteins sind z. B. bei Oberwiesenthal, Breitenbrunn, Presnitz, Orpus und Berggieshübel im Erzgebirge. Der reine Magneteisenstein ist ein sehr schmelzwürdiges Erz. Zu anderen Zwecken wird er kaum verwendet.

§. 265.

13. Spatheisenstein, Eisenspath als Gestein, besteht aus **38** Kohlensäure und **62** Eisenoxydul; dieses ist jedoch gewöhnlich gemengt oder verunreinigt mit etwas Manganoxydul (bis **10** Proc.), Talkerde (bis **15** Proc.), auch wohl Kalkerde (bis **1** Proc.). Außerdem enthält das Gestein accessorisch häufig Eisenglanz, Eisenkies, Kupferkies, Talk und dergl. Gelblichgrau bis bräunlich, perlmutterglänzend. Späthig oder körnig, in's Dichte übergehend, die ganz dichten Varietäten nennt man Sphärosiderit oder, wenn mit Thon gemengt, Thoneisenstein (s. d.). Braust mit Säure. Sein höheres specifisches Gewicht (**3,7 — 3,9**), die meist gebliche oder bräunliche Farbe und die häufigen Uebergänge durch Zersetzung in Brauneisenstein unterscheiden ihn am leichtesten von körnigem Kalkstein und Dolomit.

Der späthige oder körnige Spatheisenstein tritt am häufigsten gang- oder stockförmig in Thon- oder Grauwackenschiefer auf, so im Voigtland, im Siegens'chen und in Steiermark; bei Vordernberg besteht z. B. der Erzberg fast ganz aus Spatheisenstein. Auch im Zechstein des Thüringer Waldes bildet Spatheisenstein mächtige stockförmige Massen an der Mommel und am Stahlberg unweit Schmalkalden. Es ist ein sehr wichtiger und vorzüglich zur Stahlbereitung geeigneter Eisenstein.

§. 266.

14. Thoneisenstein, ist zuweilen nur dichter Spatheisenstein (Sphärosiderit), zuweilen aber auch sehr mit Thon gemengter dichter Spath- und Brauneisenstein. In der Regel braun oder grau von Farbe, dicht, schwer. Bildet Lager oder Knollen (Schwielen, Septarien) am häufigsten in der Braun- und Steinkohlenformation, so z. B. bei Saarbrücken, im Siebengebirge bei Bonn. Der reine Sphärosiderit ist ein trefflicher, leichtflüssiger Eisenstein.

§. 267.

Eisenkies, Schwefeleisen, tritt ebenfalls zuweilen in ausgedehnten Massen gang-, lager- oder stockförmig als Gestein auf, wird aber nicht zu den Eisensteinen gerechnet, weil er sich nicht zur Darstellung des Eisens eignet. Dagegen wird zuweilen Schwefel daraus gewonnen, oder Schwefelsäure, oder Eisenvitriol, so bei Arzberg in Böhmen. Wie der Thoneisenstein kommt er sehr häufig mit den Kohlen zusammen vor, sowohl lager- als knollenförmig, und gerade diese Vorkommnisse sind am meisten zu obigen Zwecken anwendbar.

C. Salze als Gesteine.

§. 268.

Es ist von allen Salzen wesentlich nur das Chlornatrium (Kochsalz), welches in der festen Erdkruste als Gestein, als Steinsalz oder Salzthon auftritt. Borax, Trona, Natron, Bittersalz, Glaubersalz, Alaun, Salpeter, Salmiak u. s. w. kommen zwar auch im natürlichen Zustande vor, aber nur höchst selten — innerhalb Deutschlands gar nicht — in solcher Quantität, daß man berechtigt oder genöthigt wäre, sie zu den Gesteinen zu rechnen.

§. 269.

15. Steinsalz, ist Chlornatrium als Gestein (60 Chlor und 40 Natrium), gewöhnlich mit etwas schwefelsauerem Kalk und schwefelsauerem Natron verbunden. Kennlich durch die leichte Auflösbarkeit im Wasser und durch den eigenthümlichen Geschmack des Kochsalzes. Es findet sich in krystallinischen, oft durchscheinenden Massen, auch körnig oder faserig. Häufig mit Thon oder bituminösem Thon gemengt. Manchmal ist der Thon ganz vorherrschend und nur mit SalzkrySTALLen imprägnirt, als:

16. Salzthon.

Es bildet das Steinsalz stockförmige Massen in mehreren Flötzformationen, gewöhnlich verbunden mit Gyps, Anhydrit, Thon und Dolomit. In Deutschland findet man es besonders im Zechstein und im Muschelkalk, doch auch im Keuper und im bunten Sandstein. In den Alpen liegen die Salzstöcke vielleicht im Jurakalk, in den Karpathen zwischen tertiären Sandsteinen, in Spanien zwischen Kreideschichten, und in Nordamerika kennt man es in der Grauwacke. Diese stock-

förmigen Massen sind zuweilen sehr mächtig. Ueber das Vorkommen des Steinsalzes findet man die ausführlichste Zusammenstellung in v. Alberti's halurgischer Geologie, Stuttgart 1852.

§. 270.

Obwohl man es als erwiesen ansehen kann, daß alle Steinsalzmassen der Flötzformationen aus dem Meere abgelagert wurden, in welchem bekanntlich ein bedeutender Salzgehalt noch aufgelöst ist, so ist doch die besondere Ursache und Art und Weise dieser oft sehr mächtigen und localen Ablagerungen nicht bekannt. Uebrigens bildet sich auch an Vulkanen Chlornatrium und zwar durch Sublimation.

§. 271.

Ueberall, wo in Deutschland Zechstein, bunter Sandstein, Muschelkalk oder Keuper vorhanden sind, hat man daher auch einige Hoffnung, entweder Steinsalz oder gesättigte Salzsoole zu finden. Viele der norddeutschen Salinen erhalten ihre Soole aus der Zechsteinformation, einige, wie die meisten süddeutschen, aus dem Muschelkalk, in deren Gypsregion häufig Steinsalz vorzukommen scheint, obwohl es über Tage nicht mehr darin gefunden wird. Die Oberfläche der steinsalzhaltigen Gegenden ist sehr oft durch sogenannte Erdfälle, trichterförmige Vertiefungen charakterisirt, welche durch Auswaschung früher vorhandener unterirdischer Steinsalzmassen entstanden sind, so in Thüringen, doch kommen dergleichen Erdfälle auch in Gegenden vor, in welchen wahrscheinlich nie Steinsalz vorhanden war, so z. B. im Karst. Die Aufsuchung des Salzes erfolgt durch Bohrlöcher, bei deren Anlage man auf das Streichen und Fallen der Schichten Rücksicht zu nehmen hat. Wenn dieselben z. B. von N. nach S. fallen, so wird man natürlich nicht am nördlichen Rande der ganzen Formation niederbohren, sondern mehr gegen Süd hin, um auf diese Weise Wasser zu erreichen, welches schon eine Strecke auf den geneigten Schichten hin abgeflossen ist, und dadurch Gelegenheit hatte, Salz aufzulösen. Diese Vorsicht ist um so mehr nöthig, da das Steinsalz, mit wenigen Ausnahmen, fast nie zu Tage tritt und an dem Ausgehenden der Schichten, zwischen denen es eigentlich

liegt, stets fehlt, indem es wahrscheinlich im Laufe der Zeit ausgewaschen worden ist.

Wo Salzsoole entweder in natürlichen Quellen oder in Bohrlöchern gefunden wird, da kann man auch mit einiger Zuversicht hoffen, durch tieferes Bohren entweder Steinsalz oder doch wenigstens Salzthon anzutreffen. Und wenn es auch wegen der Tiefe der Lage oder fremdartiger Beimengung nicht vortheilhaft sein sollte, das gefundene Steinsalz unmittelbar bergmännisch abzubauen, so wird man doch allemal den grossen Vortheil mehr gesättigter Soole dadurch erlangen.

§. 272.

Da in anderen Ländern auch ältere und jüngere als die in Deutschland durch ihre Salzführung bekannten Formationen Steinsalz und Salzthon enthalten, so kann man auch hier keiner Formation im Voraus die Möglichkeit der Salzführung absprechen; es liegt sogar ganz in der Natur der Sache, daß in allen aus dem Meere abgesetzten und deshalb Meeresmuscheln enthaltenden Schichten Salzniederlagen denkbar sind; nur wird man bei uns, so lange nicht zufällige Entdeckung neue Erfahrungen darbietet, alles absichtliche Suchen nach Salz auf die oben bezeichneten Formationen, und zwar vorzugsweise auf deren gypshaltige Glieder, zu beschränken haben, für welche die Erfahrung bereits begründete Hoffnung geliefert hat.

§. 273.

Das reine Steinsalz liefert gar keinen Boden und ist fast absolut unfruchtbar; alle verwitterten und aufgelösten Theile werden sogleich vom Regenwasser weggeführt. In Maynas (Süd-Amerika) bestehen ganze Berge aus Salzstein, welcher nach Pöppig's Beschreibung und Abbildung als von Regengüssen zerrissene Felsmassen nackt, ohne alle Vegetation hervortritt. Wo dagegen Steinsalz nur eine Beimengung des Bodens bildet, da hindert es zwar nicht alle Vegetation, erzeugt aber eine eigenthümliche, aus gewissen salzhaltigen Pflanzen bestehende Flora. Es sind dieß besonders folgende:

Plantago maritima L.,

Glaux maritima L.,

Juncus bottnicus Whlbb.,

Triglochin maritimum L.,

Salicornia herbacea L.,

Scirpus maritimus L.,

<i>Scirpus rufus</i> Schrad.,	<i>Arenaria peploides</i> L.,
<i>Glyceria distans</i> Whlnb.,	<i>Carile maritima</i> L.,
<i>Glyceria maritima</i> Whlnb.,	<i>Arenaria marina</i> With.,
<i>Arundo baltica</i> Flgg.,	<i>Anthyllis maritima</i> Schwgg.,
<i>Juncus balticus</i> Willd.,	<i>Sagina maritima</i> Don.,
<i>Chenopodium maritimum</i> L.,	<i>Aster Tripolium</i> L.,
<i>Salsola Kali</i> L.,	<i>Atriplex litoralis</i> L.,
<i>Eryngium maritimum</i> L.,	<i>Pyrethrum maritimum</i> Sm.

In sehr geringen Mengen und in Verbindung mit Gyps kann das Salz die Fruchtbarkeit des Bodens erhöhen und wird in solchen Gemengen wirklich als mineralischer Dünger verwendet, z. B. in den Abfällen mancher Salinen und chemischen Fabriken.

D. Kalkstein, Dolomit und Gyps.

§. 274.

Diese Gesteine zeigen eine große Aehnlichkeit und Verwandtschaft; namentlich bilden die beiden ersteren vollkommene Uebergänge in einander. Es dürfte deshalb zweckmäßig sein, ihre Analogie sowohl, als ihre Unterschiede gemeinsam zu besprechen. Alle drei finden sich vorzugsweise in Flötzformationen, bei Weitem am häufigsten aber die Kalksteine. Diese bilden gewöhnlich regelmässige und deutlich geschichtete Einlagerungen, während die Schichtung im Dolomit und Gyps oft viel undeutlicher ist oder ganz fehlt. Auch bilden Dolomit und Gyps sehr oft unregelmässig stockförmige Massen zwischen den regelmässig geschichteten Gesteinen. Die Kalksteine enthalten sehr häufig deutliche Versteinerungen, die Dolomite weit seltener und der Gyps fast nie. Alle drei Gesteine kommen außer in den Flötzformationen auch in krystallinische Schiefer eingelagert, stock- oder gangförmig zwischen Massengesteinen vor, und in diesem Falle sind sie gewöhnlich ganz besonders krystallinisch entwickelt.

§. 275.

Der Kalkstein besteht wesentlich aus kohlensauerer Kalkerde (Kalkspath), der Dolomit aus kohlensauerer Kalk- und Talkerde (Rautenspath), und der Gyps aus schwefelsauerer Kalkerde. In Folge davon brausen reine Kalksteine stark mit Säuern, die Dolomite weit schwächer, Gyps gar nicht.

In allen drei Gesteinen, am meisten im Kalkstein, am wenigsten im Gyps, findet sich aber eine Anzahl anderer Beimengungen oder Verunreinigungen, welche bloße Färbungen oder wahre Uebergänge hervorbringen. So enthält der Kalkstein oft etwas Rautenspath (ist dolomitisch), Thon (mergelig), Kiesel, Bitumen, Eisenoxyd u. s. w.; ähnlich der Dolomit, dieser aber statt des Rautenspathes Kalkspath. Gyps ist oft mit Thon oder mit etwas Bitumen gemengt.

§. 276.

Am schwierigsten sind oft Kalkstein und Dolomit von einander zu unterscheiden, da sie vollständig in einander übergehen. Zuweilen ist dies ohne Analyse gar nicht möglich. Bei reinen Varietäten sind indessen folgende Unterschiede zu erkennen. Das specifische Gewicht des Kalksteins ist etwas niedriger als das des Dolomites, nämlich jenes 2,6 — 2,8, dieses 2,8 — 2,9. Der krystallinisch körnige Dolomit ist oft zuckerartig aus einzelnen kleinen Rhomboedern zusammengesetzt, häufig auch etwas drusig, während der überhaupt etwas seltener krystallinisch körnige Kalkstein aus ganz in einander verwachsenen Krystallindividuen besteht. In Flötzformationen findet man den Kalkstein nur sehr selten krystallinisch, den Dolomit dagegen sehr oft. Auch eine eigene graugelbliche Färbung und ein schwacher Perlmutterglanz der kleinen Krystallflächen unterscheidet zuweilen den Dolomit vom Kalkstein.

§. 277.

Der Gyps, obwohl im äußeren Ansehen ähnlich, unterscheidet sich ziemlich leicht vom Kalkstein und Dolomit durch seine sehr geringe Härte (mit dem Fingernagel ritzbar) und durch das Nichtaufbrausen mit Säuern. Indessen sind auch Kalkstein und Dolomit keinesweges sehr harte Gesteine und dadurch, daß sie sich mit dem Messer leicht ritzen lassen, bequem von allen Kieselsteinen zu unterscheiden.

§. 278.

Kalksteine entstehen noch jetzt gleichsam vor unseren Augen durch Ablagerung aus Wasser, theils als chemische Niederschläge aus Auflösungen, so an Quellenmündungen, theils durch Vermittelung von organischen Körpern, Korallen

oder Schalthieren, theils auch durch Absatz von Kalkschlamm, den das Wasser anderwärts von schon vorhandenen Kalksteinen losgerissen hat. Sehr wahrscheinlich sind ursprünglich alle Kalksteine auf eine dieser Arten entstanden, und ähnlich wohl auch die Dolomite. Die körnigen Kalksteine finden sich aber sehr oft unter Lagerungsverhältnissen, welche schliessen lassen, daß sie durch Umwandlung, zum Theil wohl sogar durch Umschmelzung in diesen Zustand versetzt worden sind. Unter hinreichendem Druck kann nämlich Kalkstein durch Hitze geschmolzen werden, ohne seine Kohlensäure zu verlieren, und dann wird er beim langsamen Erkalten allemal krystallinisch. Bei solcher Umschmelzung scheinen Theile von Kalksteinlagern sogar eruptiv in die Zerspaltungen des bedeckenden Gesteins eingedrungen zu sein. Ziemlich dasselbe gilt vielleicht auch von manchem Dolomit. Weit weniger erkannt als die Bildung des Kalksteins ist bis jetzt noch die des Dolomites und des Gypses. Viele halten den Dolomit für ein Umwandlungsproduct aus Kalkstein, durch Hinzutreten von Talkerde in irgend einer Form; doch sind diese Ansichten durchaus nicht erwiesen, vielmehr scheint sich auch ursprünglich Dolomit abzulagern. Ebenso hat man den Gyps für ein Umwandlungsproduct aus Kalkstein gehalten, zu welchem Schwefelsäure auf irgend eine Weise hinzugekommen sei. Sicher ist vieler Gyps früher Anhydrit, d. h. Gyps ohne Wasser gewesen, und beachtenswerth ist es, daß der Gyps ungemein häufig mit Steinsalz vorkommt, was auf eine gemeinsame Bildungsursache hindeutet.

§. 279.

17. Kalkstein. Der reine Kalkspath und folglich auch der nur aus ihm zusammengesetzte Kalkstein enthält 56 Procent Talkerde und 44 Procent Kohlensäure. Jene Beimengungen von Kieselerde, Thonerde, Talkerde, Eisen- und Manganoxyd, Bitumen und Wasser betragen aber zuweilen bis über 50 Procent, und doch ist das Gestein noch Kalkstein zu nennen. Da sich einem Kalkstein nur höchstens ganz ungefähr ansehen läßt, ob er sehr rein oder sehr unrein ist, am wenigsten aber durch was Alles und unter welchen Verhältnissen der einzelnen Theile er verunreinigt

ist, so wird für jeden Fall, wo etwas darauf ankommt, die Zusammensetzung zu kennen, eine besondere Analyse nöthig. Es würde zu gar nichts helfen können, wollte ich von den vielen bereits ausgeführten Analysen einiger localer Vorkommnisse hier eine Anzahl als Beispiele anführen. Da die allgemeinen Charaktere, sowie die Unterschiede vom Dolomit im Obigen zusammengestellt sind, so habe ich hier nur noch die vielerlei einzelnen Varietäten zu besprechen, welche durch die Verschiedenheit der Textur, der Mengung und des Alters hervorgebracht werden. Diese sind:

§. 280.

A, nach der Textur

- a) Körniger Kalkstein (weißer Marmor), aus erkennbaren krystallinischen Kalkspathkörnern zusammengesetzt. Zuweilen ist indessen auch etwas Rautenspath beigemengt (Uebergang in Dolomit). Als accessorische Gemengtheile findet man darin Glimmer, Granat, Idokras, Augit, Hornblende, Magneteisenerz, Eisenkies, Kupferkies. Durch viel Glimmer wird das Gestein schieferig und geht in Cipollin oder Kalkglimmerschiefer über. Mit Serpentin verwebt heißt es Ophit. Die meisten körnigen Kalksteine sind weiß, einige gelblich, grau oder blaugrau durch gewisse Beimengungen. Absonderung gewöhnlich massig, selten geschichtet. In der Regel lager- oder gangförmig zwischen krystallinischen Schiefergesteinen, Granit oder Syenit. Besonders häufig im Glimmerschiefer und Chloritschiefer, in diese gewöhnlich ziemlich parallel eingelagert. Man hat solche Kalksteine früher auch wohl Urkalksteine genannt, welche Benennung jedoch in der Wissenschaft nicht mehr gebräuchlich ist.
- b) Dichter Kalkstein, am häufigsten grau und gelblich, doch auch weiß, schwarz, roth, grünlich und bläulich. Durch viel Thonbeimengung in Mergel übergehend, nur selten krystallisirte Mineralien porphyrartig einschließend. Meist geschichtet in Flötzformationen, Versteinerungen enthaltend, selten massig. Bildet sehr viele Untervarietäten, die hier zum Theil unter den Varietäten der Mengung und des relativen Alters besprochen sind.
- c) Rogenstein (oolithischer Kalkstein und Erbsenstein). Aus lauter runden Körnern zusammengesetzt, die im Innern oft aus concentrischen Schalen bestehen und meist einen fremdartigen Kern enthalten. Die Aehnlichkeit des äußeren Ansehens mit Fischrogen hat zu seiner Benennung Veranlassung gegeben. Meist grau oder gelblich. Geschichtet in Flötzformationen, besonders zwischen Sandsteinen. Der Erbsenstein als Quellenbildung, z. B. in Carlsbad.

- d) Kreide ist ein weißer, schreibender, erdiger Kalkstein, der nach Ehrenberg's Untersuchungen nur aus mikroskopisch kleinen Kalkschalen von Infusorien ähnlichen Seethieren besteht. Charakteristisch sind für die Kreide die häufig darin vorkommenden Feuersteinknollen. Man kennt die echte weiße Kreide bis jetzt nur in der nach ihr benannten Kreideformation; doch kommen ähnliche erdige Kalksteine auch in anderen Formationen vor.
- e) Asche ist ein erdiger bituminöser Kalkstein, der aber meist zugleich dolomitisch ist. Sie findet sich häufig in der Zechsteinformation Thüringens; ein graues, aschenähnliches Ansehen ist charakteristisch für sie.
- f) Faserkalk und Kalksinter sind verhältnismäßig seltene Varietäten, die nur in dünnen Lagen auftreten.
- g) Breccienartiger Kalkstein oder Kalkbreccie. Einige dichte Kalksteine enthalten stellenweise Bruchstücke älterer Kalksteine, von etwas verschiedener Färbung, und dieses locale Vorkommen nennt man Kalkbreccie.
- h) Knotenkalkstein ist dadurch charakterisirt, daß unregelmäßige rundliche Knoten reineren dichten Kalksteins von weniger festem, meist mergeligem Kalkstein als Bindemittel umschlossen sind.
- i) Kalkschiefer ist ein dünnstieferiger Kalkstein, wie man ihn z. B. bei Solenhofen in Baiern findet.
- k) Kalktuff (Duckstein, Travertin) ist ein poröser, durch Quellenabsatz gebildeter Kalkstein; die Porosität ist gewöhnlich durch Inkrustirung von Pflanzenstengeln, besonders von Moosarten bedingt.
- l) Nagelkalk, ein in kurze, keilförmige, Hufnägeln etwas ähnliche Stengel abgesonderter Kalkstein.
- m) Zellenkalk, zellig oder drusig.

§. 281.

B, nach der Mengung werden unterschieden:

- n) Dolomitischer, körniger oder dichter Kalkstein, talkerdehaltig, von dem reinen Kalkstein oft nur auf chemischem Wege zu unterscheiden, sehr häufig in den Flötzformationen auftretend.
- o) Mergeliger Kalkstein, durch Thon- und Kieselerde verunreinigter dichter Kalkstein, in Mergel übergehend, sehr häufig mit dem gewöhnlichen dichten Kalkstein vorkommend und oft schwer von demselben zu unterscheiden.
- p) Kieselkalkstein, mit viel Kieselerde gemengt, die oft auch knollig abgesondert darin auftritt. Ziemlich selten. Mit dem dichten vorkommend.
- q) Stinkkalk (Stinkstein), bituminöser Kalkstein, stets grau oder schwarz gefärbt, beim Reiben oder Zerschlagen stinkend. Vorkommend dem des dichten ähnlich.

r) Eisenkalkstein oder eisenschüssiger Kalkstein findet sich besonders in den Zechsteinbildungen am Südwestabhange des Thüringer Waldes, z. B. am Stahlberg und an der Mommel in Verbindung mit Spatheisenstein. Er ist gewöhnlich etwas dolomitisch. Seine Farbe ist gelbbraun bis braunroth. Zuweilen ist er drusig und löcherig. Seine Textur erdig, dicht bis feinkörnig. Oft liegen kleine Quarzkrystalle in demselben. Er geht über in Mergelkalk und in dichten, oft sehr kieselreichen Kalkstein.

§. 282.

C, nach dem relativen Alter (der Formation).

Diese Unterschiede sind nur für beschränkte Ausdehnung gültig, allgemein kann man niemals aus der Beschaffenheit der Kalksteine auf ihr Alter oder aus dem Alter auf ihre Beschaffenheit schließen. In derselben Formation treten ganz ungleiche Kalksteine auf und in sehr verschiedenen Formationen zuweilen ganz gleiche. Für ein beschränktes Gebiet, wie z. B. in Deutschland, lassen sich aber allerdings auch petrographische Unterschiede der in den einzelnen Formationen sich vorfindenden Kalksteine feststellen und sind dann in praktischer Beziehung gerade recht wichtig, weshalb ich denn auch das, was über die Verbreitung, Einwirkung und Anwendung der einzelnen Varietäten zu sagen ist, gerade hier einflechten werde, wo sich ohnehin die obigen Textur- und Mengungsvarietäten wiederholen.

a) Die körnigen Kalksteine, welche von krystallinischen Schiefer- oder Massengesteinen umschlossen sind und welche man früher Urkalksteine zu nennen pflegte, liefern weissen Statuenmarmor, gute Bausteine und trefflichen Brennkalk. Man kennt dergleichen in den meisten deutschen Gebirgsgegenden, während sie in den Ebenen gänzlich zu fehlen pflegen. Unter den deutschen Gebirgen sind nur etwa der Harz, der Thüringer Wald und das rheinische Schiefergebirge ganz frei davon.

b) Grauwackenkalkstein oder Uebergangskalk, dicht bis steinförmig, meist dunkel gefärbt, oft knotig, zuweilen sehr reich an Versteinerungen, dick geschichtet und beinahe massig abgesondert, eingelagert in Thon- oder Grauwackenschiefer. Von Kalkspathadern durchzogene oder besonders versteinerungsreiche, auch zuweilen röthlich geflammte Varietäten werden als bunte Marmorarten zu Tischplatten u. s. w. verarbeitet, so in den Morschleifereien von Rübeland am Harz und Baireuth in Baiern. Als Baustein und Brennkalk sind aber auch die gewöhnlicheren

Varietäten nutzbar, wie sie im Voigtland, am Harz, im rheinischen Schiefergebiet u. s. w. sich ungemein häufig finden.

- c) Kohlenkalkstein kommt in Deutschland fast nur in den Ruhr-gegenden vor, wo er sehr dem Grauwackenkalkstein gleicht.
- d) Der Kalkstein, welcher zuweilen einzelne Lager im unteren Theile des Rothliegenden bildet, ist gewöhnlich sehr von Hornstein durchzogen. Im Plauen'schen Grunde wird er als Brennkalk abgebaut, in Schlesien enthält er viele Fischabdrücke.
- e) Zechstein haben die Bergleute den dichten, grauen, bituminösen Kalkstein genannt, welcher in Thüringen das Kupferschieferflötz überdeckt und nach welchem dann wieder die ganze Formation ihren Namen erhalten hat. Er ist meist zu unrein, um als Brennkalk zu dienen. Zum Straßensbau wird er nur in Ermangelung besserer Steine verwendet. Bei Blankenburg am Thüringer Walde hat man einmal versucht, aus einer sehr ebenen Schicht lithographische Steine herzustellen.
- f) Rauchwacke oder Rauhawacke wird ein zelliger, meist zerfressen aussehender und oft auch etwas dolomitischer Kalkstein genannt, welcher in der oberen Abtheilung der Zechsteinformation Thüringens auftritt. Eignet sich als Baustein.
- g) Rogenstein des bunten Sandsteins. In Norddeutschland findet man ziemlich häufig im bunten Sandstein Einlagerungen von Rogenstein, welche als feste Bausteine gesucht werden. Auch als Filtrirstein hat man ihn angewendet.
- h) Muschelkalk. Fast die ganze Formation besteht aus Kalksteinschichten, die aber unter sich verschieden sind und in der Mitte oft Gyps-, Thon- und Steinsalzmassen einschließen. Die oberen Muschelkalkschichten (der sogenannte Kalkstein von Friedrichshall) sind meist dünn und ziemlich ebenplattig, dicht und grau, zuweilen dolomitisch; sie wechseln mit dünnen Mergellagen. In der unteren Abtheilung herrschen dagegen sehr knotige dünne Schichten vor, welche man wegen ihres besonderen knotigen Aussehens Wellenkalk genannt hat; diese sind gewöhnlich etwas mergelig und weder als Baustein, noch als Brennkalk anwendbar; dagegen treten in ihnen einzelne besonders feste und dicke Bänke hervor, welche wegen ihrer Festigkeit und größeren Reinheit sowohl als Bausteine, als auch als Brennkalk benutzt werden; es sind das die sogenannten Mehlbatzen (Mehlsteine) und Krötensteine (Terebratulakalksteine) Thüringens und Westphalens. Die ersteren sind gewöhnlich etwas porös, dabei aber sehr pelzig, die letzteren bestehen fast ganz aus den Schalen einer kleinen Muschelart, der *Terebratula vulgaris*. Man hat die letzteren neuerlich auch zu schleifen versucht, das Postement der Herderstatue in Weimar ist daraus hergestellt worden.

- i) Leiasalk, meist sehr dunkel gefärbt und bituminös (Stinkstein). Man hat versucht, daraus Asphalt zu gewinnen. Als Baustein brauchbar, örtlich auch als Brennkalk. In Württemberg und Baden häufig.
- k) Jurakalk. Die Hauptmasse des Jurakalkes, wie er namentlich in Baiern und Württemberg sich zeigt, ist dicht, fest und hell gefärbt, fast weiß. Ein recht guter Bau- und Brennkalk, oft mit Hornsteinknollen. Die obere Abtheilung desselben zeigt sich besonders in der Grafschaft Pappenheim, sehr dünn und eben geschichtet und zugleich so fest, rein und homogen, daß man daraus nicht nur die schönsten lithographischen Steine, sondern auch allerlei Tafel- und Decksteine, Tischplatten u. s. w. gewinnt.
- l) Plänerkalk, gehört der Kreidegruppe an. Im Braunschweigischen und in Böhmen ist er dicht und weiß, wie der bairische Jurakalk, in Sachsen dagegen grau. In beiden Gegenden als Brennkalk nutzbar.
- m) Weiße Kreide, bekannt als Schreibmaterial und Putzmittel, natürlich auch als Brennkalk. Oft in Laboratorien verwendet als ein sehr reiner kohlenauerer Kalk. Die Feuersteinknollen aus der Kreide liefern wenigstens noch immer ein vortreffliches Straßenbaumaterial, seitdem man keine Flintensteine mehr braucht.
- n) Tuffkreide bei Mafstrich, eine sehr unreine Kreide, viel als Baustein verwendet.
- o) Süßwasserkalk, z. B. im Riesgau, bei Mainz und im nördlichen Böhmen, meist von gelblicher Farbe, Brennkalk.
- p) Kalktuff, in Thüringen und in Braunschweig bei Königslutter ein sehr guter Baustein, außerdem auch als Brennkalk verwendbar. Der Travetin Italiens ist ihm sehr ähnlich. Die übrigen kalkigen Quellenabsätze, Kalksinter (Sprudelstein) und Erbsenstein, werden in Karlsbad viel zu Schmucksteinen verwendet.

§. 283.

Der kohlenauere Kalk, dem Menschen fast unentbehrlich, ist von der Natur mit verschwenderischer Hand über die ganze Erde verbreitet. In vielen Gegenden ist er so allgemein, daß seine Aufsuchung und Gewinnung durchaus keine besondere Beurtheilung voraussetzt. Hier werden nur einige Winke mitgetheilt werden, wie man ihn in Gegenden zu suchen hat, in welchen er noch nicht oder doch nur in geringer Verbreitung bekannt ist und wodurch man seine besondere technische Brauchbarkeit am leichtesten erkennen kann, denn Vieles, was der Geognost Kalkstein nennt, ist für den Techniker nicht nutzbar.

§. 284.

Will man in irgend einer Flötzformationsreihe vermuthete Kalksteinschichten wirklich aufsuchen, so hat man dazu, wo möglich, eine Localität zu wählen, in welcher die Schichtenköpfe zu Tage gehen und in der man dann möglichst rechtwinkelig über das Streichen und Fallen hinwegsucht. Am geeignetsten sind dazu gewöhnlich — besonders bei flacher Schichtenlage — steile Wasserrisse oder felsige Bergabhänge. Bei etwas aufgerichteter Schichtenstellung können jedoch auch felsige Flußufer oder Einschnitte von Wegen und Kunsstraßen mit Vortheil dazu benutzt werden. Sollten dergleichen natürliche oder künstliche Entblöfungen gänzlich fehlen, so wird die Aufsuchung freilich schwieriger; man muß dann entweder nur nach den umherliegenden scharfkantigen Feldsteinen urtheilen, oder sich, wo schon begründete Vermuthungen vorhanden sind, durch künstliche Entblöfungen, Gräben und Schürfe zu helfen suchen. Hat man nun einmal in der gewählten Untersuchungslinie ein Kalklager aufgefunden, so wird es dann leicht sein, dessen Verlauf nach Streichen oder Fallen oder irgend einer Zwischenrichtung zu verfolgen und dasselbe auch an anderen Localitäten der benachbarten Gegenden wieder aufzufinden, wo es vielleicht für den Abbau eine günstigere Lage hat als an der ursprünglichen Fundstelle. Man muß zu dem Ende die Lage der Schichtungsebene bestimmen und wo möglich sich die eigenthümlichen Gesteine merken, welche zunächst darüber und darunter anstehen. — Es ist wohl kaum nöthig, auch noch darauf aufmerksam zu machen, daß Biegungen oder Verwerfungen der Schichten bei dieser Verfolgung des Gefundenen oft störend einwirken können.

Bei Aufsuchung von Kalksteinlagern in der Schiefergruppe wird man auf ganz ähnliche Weise zu verfahren haben, als soeben angegeben wurde; nur ist dabei zu berücksichtigen, daß dieselben oft nicht so constant fortsetzen, als in den Flötzformationen, weshalb eine einfache Untersuchungslinie der Schichtenausgehenden für den Umfang einer gewöhnlichen Dorfflur nicht als hinreichend anzusehen ist, und weshalb ferner die Bestimmung des Gewinnungsortes

weniger von beliebiger Auswahl abhängt, da man das Gestein vielmehr da abbauen muß, wo man es gerade findet.

Die Kalksteinvorkommnisse im Gebiete der Granitgruppe sind gewöhnlich Gänge (körniger Kalkstein), und es lassen sich über ihre Aufsuchung keine besonderen Regeln aufstellen; hat man aber durch irgend einen Zufall so einen Gang unmittelbar oder durch leitende Bruchstücke aufgefunden, so kann man gewöhnlich sein Streichen und Fallen eben so bestimmen, wie das einer Schicht, und sich sodann bei Aufsuchung desselben an anderen Stellen derselben Gegend nach den angegebenen Bestimmungen richten.

§. 285.

Ueberall und in allen Fällen, wo kleine Schluchten oder Thäler die Gegend zerschneiden, werden diese bei Aufsuchung nicht nur des Kalksteines, sondern überhaupt aller nützlichen Fossilien gleich zuerst mit zu befragen sein; findet man nämlich in ihren Flußbetten Geschiebe oder gar nur wenig abgerundete Bruchstücke des fraglichen Gesteins, so werden diese ein Grund zu um so eifrigerer Nachforschung sein; man verfolgt dieselben thalaufwärts, wo sie sich gewöhnlich immer weniger abgerundet zeigen, bis sie endlich aufhören; hier nun, wo sie endigen, muß entweder ihre Fundstelle ganz in der Nähe, oder sie müssen durch irgend eine Seitenschlucht an dieser Stelle in das ursprünglich verfolgte Thal hereingeführt worden sein. In dieser Seitenschlucht verfährt man nur im letzteren Falle wieder auf dieselbe Weise, bis man zur wahren Fundstelle gelangt.

§. 286.

Für den Kalkstein bezeichnende sogenannte kalkständige Pflanzen sind nach Langethal und Unger besonders nachstehende:

Bromus montanus Fl. Wett.,

Sessleria coerulea Ard.,

Adonis vernalis L.,

Adonis aestivalis L.,

Carlina acaulis L.,

Gentiana lutea L.,

Gentiana ciliata L.,

Hippocrepis comosa L.,

Hedysarum Onobrychis L.,

Melica ciliata L.,

Nigella arvensis L.,

Polygala amarella L.,

Paterium sanguisorba L.,

Medicago falcata Fl. dan.,

<i>Medicago minima</i> Lam.,	<i>Bupleurum falcatum</i> L.,
<i>Thlaspi montanum</i> L.,	<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.,
<i>Thlaspi perfoliatum</i> L.,	<i>Centaurea solstitialis</i> L.,
<i>Trifolium rubens</i> L.,	<i>Pyrus Amelanchier</i> W.,
<i>Trifolium montanum</i> L.,	<i>Lithospermum purpureo-coeruleum</i> L.,
<i>Teucrium montanum</i> L.,	<i>Stachys annua</i> L.,
<i>Teucrium Chamaedrys</i> L.,	<i>Turritis hirsuta</i> L.,
<i>Caucalis grandiflora</i> L.,	<i>Tussilago Farfara</i> L. etc.
<i>Caucalis latifolia</i> L.,	

Diese Pflanzen können natürlich ebenfalls bei der Aufsuchung von Kalkstein als Anzeichen dienen.

§. 287.

Hat man nun auf die eine oder die andere Art Kalkstein aufgefunden, so entsteht zunächst immer noch die Frage: ist derselbe auch zur Benutzung als Brennkalk gut genug? Denn der meiste Kalkstein enthält Beimengungen von mehr oder weniger Thonerde, Talkerde, Kieselerde oder Bitumen. Diese Frage wird entweder durch den Versuch des Brennens im Kleinen (z. B. im Tiegel) und des dabei sich ergebenden Gewichtverlustes, oder durch eine chemische Untersuchung auf nassem Wege beantwortet. — Letzteres geschieht, indem man eine bestimmte Quantität Kalksteinpulver in hinreichender Menge verdünnter Salzsäure auflöst und aus der durch Löschpapier filtrirten Auflösung die Kalkerde durch kohlensaueres Kali oder Natron so lange niederschlägt, bis kein Niederschlag mehr erfolgt, und dann den auf einem Filter gesammelten Niederschlag getrocknet wiegt. Ergiebt sich dabei, daß die fremdartigen Beimengungen weniger als 30 Procent betragen, so ist der Kalkstein als Brennkalk nutzbar. — Dabei ist aber auch noch zu bemerken, daß, wenn die fremdartigen Beimengungen zum Theil aus kohlensauerer Talkerde bestehen, ihre Menge allenfalls größer sein darf als 30 Procent.

§. 288.

Die Nutzanwendungen des Kalksteines im Allgemeinen sind sehr mannichfach. Wenn er zur Mörtelbereitung, zur Cementbildung oder zum Düngen — überhaupt als Brennkalk zu unrein ist, so kann er doch oft noch als Baustein vor-

treffliche Dienste leisten. Gewisse feste, dichte Kalksteine sind auch als Strafsenbausteine anwendbar, nur stauben und kotheten sie stark. Außerdem wird vieler Kalkstein als Marmor zu Kunstwerken verarbeitet. Man unterscheidet in dieser Beziehung:

- 1) weissen Marmor (Parischen, Cararischen u. s. w.),
- 2) schwarzen Marmor, *Lucullan*, *nero antico*,
- 3) rothen Marmor, *rosso antico*,
- 4) gelben Marmor, *giallo antico*,
- 5) Breccien - Marmor,
- 6) Cipollin - Marmor, grünlich durch Talk-, Chlorit- oder Serpentinbeimengung,
- 7) Muschel - Marmor, *Lumachell*, u. s. w.

Gewisse dünnplattige, sehr reine Kalksteine der Juraformation, die sogenannten Solenhofer Kalksteine, dienen, wie erwähnt, zur Lithographie, und die dünnplattigsten davon zum Dachdecken, wozu im Mannsfeldischen auch einiger Zechsteinschiefer verwendet wird. Doch werden jetzt auch starke, nicht plattenförmige Kalksteine zu Tafeln geschnitten und zur Lithographie angewendet, namentlich bei Chateauroux im Departement des Indre. Andere höchst feinkörnige oder dichte, kieselhaltige Kalksteine dienen als Schleifsteine für besonders feine Instrumente. Hierher gehören manche Varietäten des Jurakalkes, vorzüglich aber die levantischen Wetzsteine, welche, in Blöcken nach Marseille gebracht, dort in Stücke von passender Form geschnitten und dann, gewöhnlich in Oel getränkt, unter dem Namen Oelsteine verkauft werden. Zuweilen kittet man sie auf Thonschieferplatten, um sie recht vollständig abnutzen zu können. Mancherlei technische Anwendung findet bekanntlich die Kreide. Sprudelstein und Erbsenstein werden zu Galanterie- und Schmucksachen verwendet. Eine gewisse Rogensteinvarietät, bei der die einzelnen Körner kleine Räume zwischen sich lassen, benutzt man als Filtrirsteine. Viel Kieselerde oder Phosphorsäure haltenden Eisenerzen setzt man beim Schmelzprocess gern reinen Kalkstein als sogenannten Zuschlag zu, um die Schmelzbarkeit zu vermehren und jene Beimengung abzusondern.

§. 289.

Kalkboden. So nennt man einen Boden, der über 60 Procent kohlensauere Kalkerde enthält. Ist der Kalkgehalt geringer und herrscht Thon oder Lehm vor, so ist es ein mergeliger Kalkboden, herrscht Sand (15 bis 30 Procent) vor, ein sandiger, herrscht Humus vor, ein humoser Kalkboden. Die Bestimmung des Kalkgehaltes kann am besten auf die oben angegebene Weise durch Auflösung eines bestimmten Gewichttheiles des Bodens in verdünnter Salzsäure und Fällung der kohlensauerer Kalkerde mit kohlensauerem Kali erfolgen.

Der reine Kalkboden erhitzt sich leicht und stark, ist daher zum Austrocknen geneigt und ähnelt in dieser Beziehung dem Sandboden. Am günstigsten gestalten sich die Vegetationsverhältnisse auf dem thon- oder lehmhaltigen mergeligen Kalkboden, so wie auf der anderen Seite Kalkerde die beste Beimengung für den Thonboden ist. Bemerkenswerth ist es noch, daß die Rothbuche den Kalkboden und z. B. die deutschen Muschelkalkplateaus sehr liebt, während Nadelhölzer darauf weniger gedeihen (Elm, Hainleithe, Hainich).

§. 290.

18. Dolomit ist S. 144 und 145 bereits im Allgemeinen charakterisirt und von dem oft so ähnlichen Kalkstein möglichst unterschieden worden. Der reine Dolomit besteht aus 54,3 kohlensauerer Kalkerde und 45,7 kohlensauerer Talkerde, aber wie der Kalkstein ist er sehr oft durch andere Bestandtheile verunreinigt und namentlich mit Kalkspath gemengt, weshalb für ihn dasselbe gilt, was für den Kalkstein oben bemerkt wurde. Es werden unterschieden:

- a) **Körniger Dolomit**, weiß bis gelblich grau, zuckerartig, oft etwas porös, oder so locker aus einzelnen Rautenspathkrystallen zusammengesetzt, daß er leicht zu Dolomitsand (Scheuersand) zerfällt und von Unkundigen überhaupt für Sandstein gehalten werden kann. Der körnige Dolomit ist bei Weitem die häufigste Varietät, in Deutschland kommt er am schönsten und verbreitetsten in der Juraformation Baierns vor, z. Th. den dichten Kalkstein vertretend. Doch auch in allen anderen kalksteinhaltigen Formationen findet man Spuren davon.

- b) Dichter Dolomit, schwer von dichtem Kalkstein zu unterscheiden, oft damit verwechselt.
- c) Erdiger Dolomit, die meiste sogenannte Asche der Zechsteinformation (vergl. S. 148, e.) scheint eigentlich Dolomit zu sein.
- d) Bituminöser und mergeliger Dolomit, sind wieder oft schwer von den ähnlichen Kalksteinvarietäten zu unterscheiden.
- e) Eisendolomit. Wie man einen Eisenkalkstein hat, kann man auch einen Eisendolomit unterscheiden. Die oberschlesischen Muschelkalkdolomite enthalten meistens ansehnliche Beimengungen von kohlensauerem Eisenoxydul, bis 17 Procent.

§. 291.

Die Aehnlichkeit der Dolomite mit den echten Kalksteinen ist in jeder Beziehung so groß, daß sie auch vielfach zu denselben Zwecken verwendet werden können. Nur wo es, wie beim Brennkalk, auf die chemische Zusammensetzung ankommt, da ist die Unterscheidung wichtig. Doch ist der Dolomit auch von dieser Anwendung nicht ganz ausgeschlossen. Viele dolomitische Kalksteine und manche wahre Dolomite werden wie Kalkstein gebrannt und zu Mörtel oder Düngkalk verwendet; sie sind aber dazu nie so gut wie die reinen Kalksteine. Außerdem dient der Dolomit als Baustein. Manche feste und weiße körnige Dolomite werden auf ähnliche Art benutzt, wie weißer Marmor. Einige Dolomite sind so porös, daß sie Wasser durch ihre Masse dringen lassen und als Filtrirsteine dienen. — Wo nicht Dolomit in Menge vorhanden ist, da wird man nicht gerade vorzugsweise darnach suchen. Bei der Aufsuchung von Kalkstein werden sich aber leicht Dolomitschichten als Stellvertreter desselben ergeben. Er findet sich ebenfalls nicht nur in den Flötzformationen häufig, sondern auch in der Schiefergruppe.

§. 292.

19. Gyps, ist schwefelsauere Kalkerde mit Wasser (46,5 Schwefelsäure, 32,6 Kalkerde, 20,9 Wasser). Dieses weiche Gestein findet sich körnig bis dicht, porphyrartig und faserig, meist weiß oder grau, doch auch röthlich gefärbt. Oft mit Thon gemengt und dann auch wohl mit Bitumen; dadurch grau geflammt oder geadert. Accessorisch enthält er zuweilen Borazit, Quarz, Glimmer, Schwefel. Oft von Höhlen, sogenannten Gypsschlotten, durchzogen. Er bildet lager- oder

stockförmige Massen in Flötzformationen, in Deutschland besonders im Zechstein, bunten Sandstein, Muschelkalk und Keuper. Sehr oft mit Steinsalz zusammen. In den Alpen kennt man ihn auch im Glimmerschiefer und in der Jura-Gruppe, bei Paris in tertiären Bildungen; überhaupt ist er auf keine Formation beschränkt. Die Entstehung der mächtigen Gypsstöcke ist wie die des Steinsalzes noch etwas problematisch. Vieler Gyps ist offenbar früher Anhydrit gewesen, einiger vielleicht Kalkstein, der sich durch Zutritt von Schwefelsäure in Gyps verwandelte. Der Fasergyps, welcher gewöhnlich Spalten ausfüllt, ist jedenfalls eine secundäre Bildung durch Krystallisation aus wässriger Lösung, und ebenso kann auch vieler anderer Gyps entstanden sein.

§. 293.

Je nach der Textur unterscheidet man:

- a) körnigen Gyps (Alabaster), zuweilen auch porphyrartig durch einzelne eingewachsene Gypskrystalle,
- b) Blättergyps (Fraueneis),
- c) Fasergyps,
- d) Schaumgyps,
- e) dichten Gyps, zuweilen auch porphyrartig durch Gypskrystalle,
- f) Thongyps, mit Thon gemengt, oft marmorirt,
- g) bituminösen Gyps, mit Thon und Bitumen gemengt.

§. 294.

Gyps und Steinsalz sind ihrem Vorkommen nach so verwandte Gebilde, daß von dem ersteren ziemlich dasselbe gilt, was von dem letzteren in dieser Beziehung zu sagen ist; nur findet sich der Gyps nicht nur häufiger als das Steinsalz, sondern er tritt auch mit ziemlicher Mächtigkeit zu Tage. Besonders mächtige Massen bildet er im Zechstein, aus dessen Gebiet er z. B. am südlichen Harzrande in Form kleiner Bergketten hervorragt. In der Triasgruppe nimmt er mehrere bestimmte Regionen ein, und wenn auch in Thüringen die schwäbische Gyps- und Steinsalzregion des mittleren Muschelkalkes nicht so allgemein und mächtig entwickelt ist, so kann man hier doch in der Regel auf der Gränze zwischen dem bunten Sandsteine und dem darüber liegenden bunten Thon auf eine compacte Gypsschicht rechnen.

Den Gyps charakterisiren mehrere der gewöhnlich darauf wachsenden Pflanzen, welche nachher aufgezählt werden sollen und welche zugleich einigermaßen als Leitsterne für seine Auffindung dienen können, da man überall, wo nicht künstliche Gypsung stattgefunden hat, aus der Gypshaltigkeit des Bodens auf das Vorhandensein des Gesteins schiessen kann.

§. 295.

Der Gyps findet mancherlei Anwendung. Der gemahlene Gyps wird als Düngemittel auf die Felder gestreut und befördert namentlich die Vegetation der Schotengewächse (Leguminosen) und des Klee's. Dieses Gypspulver scheint weniger auf den Zustand des Bodens, als auf die Pflanzen unmittelbar einzuwirken, weshalb es auch auf ihre Blätter gestreut werden muß. — Der durch Brennen seines Wassergehaltes beraubte Gyps dient als Kitt oder sogenannter Sparkalk, als welcher er jedoch zu Aufführung von Gebäuden nicht zu empfehlen ist, da er, der Atmosphäre ausgesetzt, nachkrystallisirt und sein Volumen verändert. Ganz vorzüglich wird der gebrannte Gyps auch zu Stukkaturarbeiten aller Art, zur Bereitung künstlichen Marmors und zu Abgüssen verwendet, wozu er sich ganz vorzüglich eignet, da er alle Formen treu darstellt und, mit Wasser eingerührt, sehr schnell fest wird. Die reinen, weißen Varietäten des Gypses werden unter der Benennung Alabaster verarbeitet; man macht daraus z. B. Vasen, Uhrgehäuse und dergleichen Gegenstände, deren Gebrauch keine Festigkeit und Härte der Politur voraussetzt. Auch in der Chirurgie wird der gemahlene Gyps zu Heilung von Knochenbrüchen verwendet. Zuweilen wird er als Flußmittel, z. B. bei der Porzellanbereitung, zugesetzt. Als Bau- und Straßenstein ist der Gyps wegen seiner Auflöslichkeit und Weichheit nicht zu empfehlen.

§. 296.

Der reine Gyps liefert einen sehr unfruchtbaren Boden, und obwohl das Gestein leicht verwittert, so bleibt doch oft keine eigentliche Bodendecke darauf zurück, da die verwitternden Theile, in Wasser einigermaßen löslich, von diesem leicht weggeführt werden, so daß selbst horizontale

Gypsschichten, wenn sie an Abhängen von Bergen hervortreten, oft ziemlich nackt sind. Hinreichend mit Thon gemengt, liefert dagegen Gyps einen sehr fruchtbaren Boden, auf dem z. B. Buchen und Ahorne gut gedeihen. Ziemlich bezeichnend für Gypsboden sind: *Gypsophila* (mehrere Arten), *Gymnostomum curvirostrum* Hedw., *Urceolaria gypsacea* Ach., *Vicia tenuifolia* Ten., *Astragalus cicer* L.

Zu gypsreiche Felder kann man durch Thon, Lehm und Sand verbessern.

§. 297.

20. Anhydrit (Muriazit, Karstenit) ist wasserfreier Gyps, körnig bis dicht, weiß, grau oder blau, letztere Färbung rührt von wenig beigemengtem Bitumen her. Manche Gypsstöcke bestehen im Innern aus Anhydrit. Uebrigens gehört der Anhydrit zu den, besonders an der Oberfläche, seltenen Gesteinen.

E. Kieselgesteine.

§. 298.

Der Quarz tritt für sich allein in verschiedenen Zuständen und mit unwesentlichen Beimengungen als Gestein auf, bildet außerdem auch in sehr vielen Gesteinen einen wesentlichen Gemengtheil, aber nur die ersteren Arten des Vorkommens können hier zu den Kieselgesteinen gerechnet werden.

Die Kieselgesteine haben meist nur eine sehr geringe räumliche Verbreitung. Sie dürften größtentheils ursprünglich Ablagerungen aus Auflösungen in Wasser sein, die aber nachher zum Theil mancherlei Veränderungen erlitten haben, einige werden indessen noch jetzt auch durch Anhäufung kieseliger Infusorienschalen gebildet.

§. 299.

21. Quarz. Wir betrachten sogleich dessen Varietäten.

Quarzfels, Quarz als Gestein, bestehend aus Kieselsäure mit kleinen Beimengungen von Eisenoxyd, Eisensäure, Titanoxyd und dergl., enthält accessorisch zuweilen Turmalin (dadurch in Schörlfels übergehend) und Rutil (meist zerbrochene Krystalle). Weiß oder gelblich, massig, zuweilen etwas porös. Bildet

stockförmige Massen oder Gänge in krystallinischen Schiefergesteinen, Granit, Syenit, Thonschiefer und Grauwacke. Beispiele sind der Keil im Böhmerwald, ein 2 Meilen langer Quarzgang bei Asch in Böhmen, die Butterfelsen bei Frauenstein, die Quarzgänge bei Kunnersdorf und Kobitz unweit Bautzen.

Quarzbrockenfels, Quarzfels mit älteren Quarzbruchstücken, oder Quarzbruchstücke mit Eisenkiesel als Bindemittel, zuweilen auch Fragmente anderer Gesteine enthaltend. Bildet Gänge, z. B. im Glimmerschiefer bei Raschau unweit Schwarzenberg.

Quarzschiefer, schieferiger Quarz als Gestein. Enthält accessorisch Glimmer, Feldspath, Turmalin, Eisenkies. Durch Vorwalten des Glimmers geht das Gestein in Glimmerschiefer über. Meist in krystallinische Schiefergesteine eingelagert, z. B. südlich von Freiberg in Gneifs. Gewisse Uebergänge in Sandstein, welche besonders in der Grauwackengruppe vorkommen, hat man Quarzit genannt.

Kieselschiefer (lydischer Stein, Lydit), ist ein durch Kohle und Eisen grau bis schwarz gefärbter, etwas schieferiger Quarz oder Hornstein, gewöhnlich von vielen weissen Quarzadern durchzogen und sehr zerklüftet in scharfkantige Stücke. Oft mit sehr auffallender Linearstreckung. Geht in Quarz-, Thon- und Alaunschiefer über. Sehr häufig in der Grauwackengruppe und im Thonschiefer unter derselben, so im Voigtland, am Harz und im rheinischen Schiefergebiete.

Hornstein, besteht aus Kieselerde, oft mit etwas Thonerde. Dicht, vielfarbig, hart und spröde, Bruch muschelig und splitterig. Geht in Feuerstein, Jaspis und Eisenkiesel über. Bildet Knollen oder Lager in vielen Flötzkalksteinen, auch wohl in Sandsteinen und Schieferthonen, tritt aber nie mächtig auf. Im Rothliegenden scheint er zuweilen durch Umwandlung von Pflanzenanhäufungen entstanden zu sein, in den Kalksteinen aus thierischen Organismen. In kleinen Quantitäten häufig. Gewisse Varietäten des Hornsteins hat man als Süßwasserquarz unterschieden, sie sind meist gelblich und grau, enthalten Süßwasserschnecken und kommen nur in Tertiärbildungen vor, so z. B. bei Litmitz in Böhmen.

Feuerstein, ein sehr dichter, grauer oder gelblich grauer, etwas Bitumen haltender Hornstein, der sich vorzugsweise in der weissen Kreide in Gestalt von Knollen oder Schichten vorfindet, aus dieser ausgeschwemmt aber fast überall in der norddeutschen Ebene.

Eisenkiesel, ein durch viel beigemengtes Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat roth, braun oder fast schwarz gefärbtes Kieselgestein. Ziemlich selten, fast nur gangförmig vorkommend, z. B. im Thüringer Walde.

Jaspis, ein dichtes, thonhaltiges Kieselgestein. Zuweilen durch Umwandlung aus Schieferthon oder Thonschiefer entstanden, dann auch wohl Hornfels genannt. Nicht häufig. Sehr schön bunt und bandstreifig im Rothliegenden bei Gnadstein in Sachsen, als Hornfels oft den Granit oder Grünstein umgebend, wo sie Thonschiefer durchbrochen haben, so am Harz. Vom Hornstein unterscheidet sich der Jaspis und Hornfels (s. Hornfelsschiefer) besonders chemisch durch größeren Gehalt an Thonerde (bis über 15 Procent) und oft auch Kalkerde und Natron (bis 8 Procent). Im letzteren Falle ist es eine sehr kieselreiche und dadurch harte Felsart.

Achat, aus wechselnden Lagen von Karneol, Chalcedon, Amethyst und Hornstein bestehend. Füllt Gangspalten, Blasen- und Hohlräume in Kugeln aus. Oft sehr buntstreifig. Ist jedenfalls durch Ablagerung aus wässriger Lösung entstanden. Verhältnißmäßig selten.

Kieselsinter und **Kieseltuff** nennt man die von heißen Quellen, z. B. auf Island, an ihrer Mündung abgelagerten Kieselbildungen. In Deutschland kommen keine vor, ich erwähne sie hier nur wegen der deutlichen Art ihrer Entstehung.

Trippel, **Polirschiefer** und **Kieselguhr**, sind kieselige Infusoriengesteine, d. h. sie bestehen aus mikroskopisch kleinen kieseligen Infusorienschalen. Wahrscheinlich sind sie überall in stagnirenden Gewässern oder in Sümpfen gebildet, so bei Franzensbad und bei Bilin in Böhmen. Man benutzt sie als Putzmaterial.

Einige Sandsteinvarietäten bestehen ganz aus einem Aggregat von Quarzkrystallen und sind insofern zu den Kieselgesteinen zu rechnen; ich habe es jedoch vorgezogen, sie unter den Sandsteinen aufzuführen.

§. 300.

Die Kieselgesteine treten zwar sehr häufig, aber in der Regel nicht in großer Verbreitung auf und haben deshalb nur geringen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens. Wo sie aber auch nur in einiger Ausdehnung vorherrschen, da zeigen sie sich wegen ihrer geringen Verwitterbarkeit sehr unfruchtbar. Auf reinem Quarzfels wächst fast gar nichts, höchstens Flechten.

§. 301.

Quarzfels und dessen Varietäten werden als Straßenbausteine fast vor allen übrigen Materialien geschätzt, da Quarz, nach in Berlin angestellten Versuchen, von allen Gesteinen dem Räderdrucke den größten Widerstand leistet. Er dient

übrigens, wenn er sich rein und weiß findet, auch zu gewissen technischen Operationen, z. B. zur Glas- und Porzellanmischung, als Flufsmittel für thon-, kalk- und talkerdereiche Erze u. s. w. — Sein specifisches Gewicht ist $\approx 2,5$ bis $2,7$. Als Baustein wird der Quarz ziemlich selten, am häufigsten noch der etwas poröse Quarzfels und der Quarzschiefer verwendet. Auch die meisten Varietäten des Quarzgesteines finden ihre besondere Anwendung, so Amethyst, Chalcedon, Jaspis und Achat, Rosenquarz, Prasem u. s. w. als Schmucksteine, Kieselschiefer als Probirstein, Feuerstein als solcher und Trippel, Polirschiefer, Kieselguhr als Putzmittel. — Die Auffindung dieser Gesteine hat man in der Regel vom Zufalle abhängig sein zu lassen, insofern nicht Geschiebe und Bruchstücke bis zur ursprünglichen Fundstelle zurückleiten.

Ein gewisses poröses Quarzgestein, welches bei Paris eine obere Süßwasserschicht der Molassegruppe bildet, liefert die besten Mühlsteine der Welt, welche deshalb sehr weit versendet werden.

F. Thongesteine.

§. 302.

1. Dichte und erdige.

Unter dieser Benennung fasse ich einige erdige oder dichte, vorherrschend aus Thon gemengte Gesteine zusammen, welche sich von den nachfolgenden schieferigen Thongesteinen wesentlich nur durch den Mangel der Schiefertextur unterscheiden. Sand, Glimmer, kohlensaurer Kalk, Eisenoxyd, Bitumen, Salz und dergl. treten nur accessorisch in ihnen auf, bringen aber durch theilweises Vorherrschen Uebergänge in andere Gesteine hervor.

§. 303.

Es kommen diese Gesteine in allen Flötzformationen vor und sind in diesem Falle als schlammige Ablagerungen aus Wasser anzusehen. Einige finden sich jedoch auch als Zersetzungsproducte von feldspathreichen Gesteinen und noch mit diesen verbunden. Dieser Unterschied der Entstehungsweise ist jedoch nicht so bedeutend, als es für den ersten

Anblick erscheinen kann. Die durch Wasser zusammengeschwemmten Thongesteine leiten nämlich ihren Ursprung offenbar ebenfalls aus der Zersetzung von Feldspathgesteinen her, nur ist bei ihnen das Zersetzungsproduct nicht an Ort und Stelle liegen geblieben, sondern vom Wasser fortgeführt und dabei auch in gewissem Grade geändert oder anders gemengt worden. Besonders lehrreiche Aufschlüsse über die Bildung von Thongesteinen an Ort und Stelle durch die Einwirkung von Wasserdämpfen und gewissen Gasarten, welche Folgen vulkanischer Thätigkeit sind, verdanken wir neuerlich R. Bunsen in seiner Abhandlung über die Processe der vulkanischen Gesteinsbildungen Irlands (Poggend. Annalen, Bd. 83, S. 197). Die wichtigsten hierher zu rechnenden Varietäten sind folgende:

§. 304.

22. Thon (Töpferthon, plastischer Thon), ein homogenes, erdiges, in Wasser erweichendes und dann knetbares Gestein. Weifs, gelblich, grau bis blaugrau. In der Regel aus etwa 35 Procent Thonerde und 50 Procent Kieselerde bestehend, das Uebrige ist Sand, Glimmer, Eisenoxyd, Gyps, Kalk, Eisenkies, Kohle u. s. w. Zuweilen ist der Thon auch bituminös, „bituminöser Thon“.

Die Analysen von Thomson, Dufrenoy, Berthier, Mitscherlich und Bolley ergaben:

Kieselerde	38—78 Procent
Thonerde	16—37 „
Talkerde	0—4 „
Kalkerde	0—2 „
Alkalien	0—12 „
Eisen- u. Manganoxyd	3—12 „
Wasser	5—22 „

Besonders häufig in der Braunkohlenformation als Braunkohlenthon, ausserdem aber auch in der Kreidegruppe, als Thonschichten zwischen Quadersandstein, Hilsthon (so bei Braunschweig), ferner Thon der Wieldenformation (bei Bückeburg), Thon der Juraformation in Baiern, Thon der Leiasformation, Keuperthon (bei Coburg feuerfest), Thon der Muschelkalkformation (bei Almerode in Hessen zu Schmelztiegeln verwendet), Thon des bunten Sandsteines (meist sehr bunt

gefärbt, in Thüringen), Thon der Zechsteinformation, wie im Muschelkalk oft mit Steinsalz zusammen, Thon des Rothliegenden, gewöhnlich in festen Thonstein übergehend, so bei Chemnitz in Sachsen, Thon der Kohlenformation, oft in Schieferthon übergehend. In den noch älteren Formationen ist er fast stets schieferig und nur ausnahmsweise z. B. in den russischen Ostseeprovinzen noch plastisch. Der Salzthon ist S. 141 erwähnt worden.

§. 305.

Porzellanthon (Kaolin), ein des Kali- oder Natrongehaltes beraubter Feldspath. In der Regel ganz weiß, erdig und abfärbend, doch auch gelblich und röthlich durch Eisenoxyd, im feuchten Zustande knetbar. Er besteht durchschnittlich aus 47 Kieselerde, 39 Thonerde und 14 Wasser.

Al. Brongniart fand

	Kieselerde.	Thonerde.	Kali.
in dem von Aue bei Schneeberg	52	48	—
„ „ „ Passau	53	47	—
„ „ „ St. Fricix bei Limoges	54	43	2
„ „ „ St. Stephens in Cornwall	54,3	43,2	1,6
„ „ „ Les Prieux bei Cherbourg	55	45	—
„ „ „ Bayonne	57	43	—

Er umgiebt gewöhnlich die äußere Oberfläche feldspathreicher Gesteine, aus deren Zersetzung diese Masse hervorging, so z. B. bei Aue in Sachsen die Oberfläche einer Granitkuppe im Glimmerschiefer.

Man benutzt den Porzellanthon bekanntlich zur Herstellung des Porzellans.

§. 306.

Walkerde und Bolus sind in ähnlicher Weise Zersetzungsproducte von Feldspath und zugleich Hornblende oder Augit haltenden Gesteinen. Grünsteine und basaltische Gesteine sind zuweilen davon umgeben, manchmal ist aber dieses Zersetzungsproduct auch in Schichten zwischen andere Flötzgesteine eingeschwemmt. Die Masse ist meist grau, braun oder grünlich braun, fettig anzufühlen und im Wasser zerbröckelnd. Sehr mächtig auftretend bei Cilly in Kärnthen. Eine englische Walkerde besteht nach Thomson aus 44 Kieselerde, 23 Thonerde, 4 Kalkerde, 3 Talkerde, 2 Eisen-

protoxyd und 25 Wasser, der Bolus von Stolpen in Sachsen nach Rammelsberg aus 46 Kieselerde, 23 Thonerde, 4 Kalkerde und 27 Wasser. Ihre Anwendung bei der Tuchfabrikation und zur Beseitigung von Oelflecken ist hinreichend bekannt.

§. 307.

Wacke ist eine sehr allgemeine, aber auch sehr unbestimmte Bezeichnung für zersetzte, feldspathhaltige Gesteine überhaupt; es ist mehr ein Zustand als ein bestimmtes Gestein, man sagt wackenartiger Basalt (Basaltwacke), wackenartiger Grünstein (Grünsteinwacke) u. s. w., und alle diese Gesteine sind mit den analogen Tuffbildungen oft sehr verwandt.

§. 308.

23. Lehm, ist ein mit Sand und Eisenoxyd gemengter, meist bräunlich gelber Thon, welcher auf diese Weise nur in der Diluvialbildung auftritt, in ihr aber sehr große Flächenräume bedeckt, namentlich in Norddeutschland, in den Rheinlanden ist er auch unter dem Namen Löss bekannt. Er enthält oft Mergelknollen.

Gelberde ist oft nur eine eisenoxydhydratreiche Varietät des Lehms.

§. 309.

24. Thonstein, ist verhärteter, steinartiger Thon, zuweilen jedoch nicht durch Verhärtung von Thon, sondern durch Zersetzung von Feldspathgesteinen, oder in der Art, wie vulkanischer Tuff, an Ort und Stelle entstanden; so der Thonstein des Rothliegenden bei Chemnitz.

§. 310.

25. Gebrannter Thon, Porzellanjaspis und Erdschlacke, sind Thon- oder Schieferthonarten, welche durch Einwirkung von Braun- oder Steinkohlenbränden in diesen besonderen Zustand versetzt worden sind. Sie näher zu charakterisiren, ist bei ihrer großen Mannichfaltigkeit schwierig; gelbe, rothe, braunrothe und dunkle Färbungen, sowie lavendelblaue herrschen bei ihnen vor. Bekannt sind dieselben z. B. bei Planitz unweit Zwickau, bei Niederkirchen unweit Saarbrück, bei Zittau in Sachsen, bei Teplitz und Schlackenwerth in Böhmen.

§. 311.

Die Auffindung der Thonarten oder des Lehmes wird in der Regel mehr durch Zufall als durch absichtliches Nachsuchen erfolgen. Sie sind in Beziehung auf ihre technische

Anwendung ziemlich verschieden. Einige sind sehr rein und plastisch, und zugleich sehr strengflüssig, andere enthalten Kalkerde oder unzersetzten Feldspath und sind dann nicht so feuerbeständig; noch andere sind sehr mit Kieselerde oder mit feinem Sand gemengt und dann weniger formbar, aber besonders feuerbeständig, so z. B. der Thon von Großalmerode in Hessen, wofshalb die aus ihm gefertigten Schmelztiegel einen besonderen Ruf erlangt haben. Zur Fayence-, Steingut- und Porzellanbereitung wird möglichst reiner und dadurch leicht formbarer, aber strengflüssiger Thon verwendet. Gewisser, sehr reiner und weißer Thon wird zu Thonpfeifen verarbeitet und deshalb auch wohl Pfeifenthon genannt. Geschlemmt, dient derselbe auch als weiße Farbe. Zu den minder wichtigen Anwendungen des Thones gehört es, daß man ihn bei Schmelzprocessen als Zuschlag zu kalkigen Erzen, zur Abformung von Gegenständen und zur Aufsaugung von Fettflecken verwendet.

Besonderer Erwähnung bedürfen kaum die gewöhnlichsten Anwendungen in der Töpferei, zu Wasserröhren, Dach- und Mauerziegeln, zu wasserdichten Sohlen oder Dämmen, zum Verschmieren von Oeffnungen u. s. w.

Der weniger reine Lehm dient bekanntlich zu ähnlichen Zwecken in minder vollkommenem Grade, wozu etwa noch seine Anwendung als Cement für Mauern und zu Ausfüllung der sogenannten Klebwände zu nennen ist; es versteht sich jedoch von selbst, daß dazu auch reiner Thon benutzt werden kann.

Die Benutzung der Porzellan-, Walk- und Gelberde ist hinreichend bekannt. Der Thonstein liefert oft einen recht guten und leicht bearbeitbaren Baustein. Auch aus Erdschlacken hat man Gebäude aufgeführt, so die Schlackenburg bei Teplitz.

§. 312.

Von den vorstehenden Thongesteinen besitzen in der Regel nur Thon und Lehm eine bedeutende Oberflächenverbreitung, die übrigen sind für Bodenbildung nicht wichtig. Ihre Fruchtbarkeit und besonders die des Lehmes ist sehr groß, namentlich dann, wenn sie gehörig mit Sand und Kalk

gemengt sind oder künstlich damit vermischt werden. Thon- und Lehm Boden gehen so in einander über, daß eine eigentliche Grenze zwischen beiden nicht zu ziehen ist. Auch das, was man mit dem Namen Flussschlamm bezeichnet, enthält in der Regel, nebst humosen Theilen, viel Thon oder Lehm.

§. 313.

Da oft Thon- (oder Lehm-) und Sandschichten mit einander wechseln, so tritt zuweilen der Fall ein, daß man durch tiefes Umarbeiten des Bodens eine vortheilhafte Mischung beider hervorbringen kann. Reiner Thonboden ist zu schwer und muß durch Sand, Kalk oder Humus lockerer gemacht werden. Als Untergrund bringt der Thon- und Lehm Boden leicht Versumpfung hervor.

§. 314.

26. Mergel. Ist ein mit etwas kohlensauerem Kalk gemengter Thon, welcher deshalb an der Luft zerfällt. Seine Farbe ist weiß, grau, gelblich, röthlich oder grünlich. Zuweilen ist er bitumenhaltig und dann dunkel. Manchmal auch dolomitisch oder sehr sandig. Einiger Mergel ist zu festem Stein verhärtet und geht über in mergeligen Kalkstein. Die chemische Zusammensetzung der Mergelarten ist so ungleich, daß für jeden besonderen Fall eine neue Analyse nöthig wird. Vène, v. Bibra und Sauvage fanden darin 10 — 63 Thonerde, 12 — 36 kohlensauere Kalkerde, 9 — 32 Kieselerde, 1 — 14 kohlensauere Talkerde, 0 — 12 Eisenoxyd, $\frac{1}{2}$ — 5 Wasser.

§. 315.

Mergel findet sich in den meisten Flötzformationen, in den ältesten jedoch am seltensten. Es ist zu schwierig, besondere Varietäten etwa für die einzelnen Formationen zu unterscheiden. Bei seiner Aufsuchung kann man sich zum Theil auch durch gewisse Pflanzen leiten lassen, die vorzugsweise auf Mergelboden wachsen, so z. B. *Tussilago farfara* L., *Rubus caesius* L., *Asclepias Vincetoxicum* L., *Dipascus silvestris* Mill. Dieses Hilfsmittel findet aber natürlich nur dann Anwendung, wenn der Mergel wirklich die Oberfläche erreicht, nicht aber, wenn er noch von anderen Gestein-

schichten bedeckt ist. Im Uebrigen wird man ähnlich wie bei der Aufsuchung von Kalkstein zu verfahren haben.

§. 316.

Mergel gehört zu den von den Landwirthen oft sehr gesuchten Gebirgsarten, da er für gewisse Bodenbeschaffenheiten einen vortrefflichen Dünger liefert. Aber nicht Alles, was der Mineralog Mergel zu nennen berechtigt ist, hat für den Landwirth den erwähnten Nutzwert. Ein Mergel, welcher zu Verbesserung der Felder wesentlich beitragen soll, muß wenigstens 10 Procent kohlensauere Kalkerde enthalten; steigt aber der Kalkerdegehalt über 60 Procent, dann wird das Gestein gewöhnlich schon Kalkstein genannt und besitzt auch nicht mehr die für den Landwirth wichtigen Eigenschaften des Mergels. — Guter Mergel muß an der Luft von selbst zerfallen, und in diesem zerfallenen Zustande wird er dann auf die Felder gestreut; er darf deshalb nicht viel Kieselerde oder Bitumen enthalten, weil beides nicht nur das Zerfallen, sondern auch die düngende Eigenschaft mindert.

Es werden unterschieden:

- 1) Sandmergel, bei dem Quarzsand und Kalktheile vorherrschen. Er eignet sich als Verbesserungsmittel für fetten Thon- oder Lehm Boden.
- 2) Thonmergel, mit vorherrschendem Thongehalte, für mageren Sandboden geeignet.
- 3) Kalkmergel, stark brausend mit Säuren. Er paßt besonders auf fettem und schwerem kalkfreien Thonboden.

Der kalkreiche Mergel kann, gebrannt, gewöhnlich als hydraulischer Kalk verwendet werden, und auch der weniger kalkreiche läßt sich als Zusatz zu gebranntem Kalke verwenden, um eine Art von Cement zu bilden.

§. 317.

So außerordentlich vortheilhaft aber auch der Mergel als mineralisches Düngematerial unter gewissen Umständen wirken mag, so ist dennoch vieler reine Mergelboden, so z. B. der bunte, oft gypshaltige Mergel der thüringischen Keuperformation, der Vegetation keineswegs günstig, vielmehr zeigen sich die meisten aus ihm bestehenden Hügel fast ganz kahl, was allerdings zum Theil mit von der leichten Abschwemmung durch Regengüsse herrühren mag. Fast alles

hier vom erdigen Mergel Gesagte gilt auch von dem nun folgenden Mergelschiefer.

§. 318.

2. Schieferige Thongesteine.

Ihr wesentlicher Unterschied von den dichten und erdigen Thongesteinen besteht also nur in der schieferigen Textur. Auch sie treten beinahe in allen Flötzformationen auf, jedoch mit deutlicher Zunahme der Festigkeit und der Vollkommenheit ihrer Schieferung von den jüngeren gegen die älteren hin. Diese Textur mag zuweilen nur Folge dünner Uebereinanderschichtung sein, oft aber ist sie offenbar erst durch eine spätere Ursache, lange nach der Ablagerung, etwa durch einseitigen Druck hervorgebracht worden, denn sie stimmt zuweilen gar nicht mit der Schichtung überein; auch spricht die Zunahme ihrer Vollkommenheit in den älteren Formationen für eine solche allmähliche Ausbildung.

§. 319.

27. Mergelschiefer, ein schieferiges, scheinbar gleichartiges Gemenge von Thon und etwas kohlen-sauerem Kalk. Chemische Zusammensetzung analog der des dichten Mergels. Oft dolomitisch durch beigemengten Rautenspath, oder kieselig durch Kieselerde. Zuweilen Gyps, Glimmerblättchen oder Sandkörner enthaltend. Wenn bituminös, dunkel, und dann bituminöser Mergelschiefer genannt. Dicht oder erdig, meist grau, doch auch grünlich, gelblich oder röthlich durch Eisenoxydul oder Eisenoxyd. An der Luft zerbröckelnd. Eine ganz besondere Varietät bildet der Kupferschiefer, ein schwarzer bituminöser Mergelschiefer mit eingemengten Kupfererzen, welcher nur als Unterlage des Zechsteines in Thüringen und Hessen bekannt ist.

§. 320.

Die Anwendung, Aufsuchung und Bodenwirkung des gewöhnlichen Mergelschiefers entsprechen ganz denen des erdigen Mergels. Der Kupferschiefer aber wird als Kupfererz verschmolzen und aus ihm, wie aus dem blos bituminösen Mergelschiefer, hat man nicht ohne Erfolg versucht, Bitumen

darzustellen, besonders aus dem Mergelschiefer der Leiasformation.

§. 321.

28. Schieferthon (Schieferletten), ist schieferiger Thon, oft mit Glimmerblättchen und Quarzsand. Grau, schwarz, grün, roth, durch Kohle oder durch Oxydationsstufen des Eisens gefärbt. Da er in den Flötzformationen einige, beinahe constante Verschiedenheiten zeigt, so mögen hier diese Formationsvarietäten folgen.

- a) Der Schieferthon der Braunkohlenformation ist meist sehr mild, wenig sandig, aber manchmal sehr bituminös, dann auch wohl Brandschiefer genannt, weil er in der That bei starker Hitzanwendung und starkem Luftzuge theilweise verbrennt.
- b) Der Schieferthon der Wieldenformation Westphalens ist meist sehr sandig, ähnelt übrigens oft dem der Steinkohlenformation.
- c) Der Schieferthon der Leiasformation geht gewöhnlich in bituminösen Mergelschiefer über.
- d) Der Schieferthon, welcher die Lettenkohle im Keuper begleitet, ist grau.
- e) Der Schieferthon an der oberen und unteren Grenze des bunten Sandsteins ist roth, braunroth oder grünlich, zuweilen etwas mergelig und dolomitisch.
- f) Der Schieferthon des Rothliegenden ist meist roth, oder weiß und roth, und oft sehr sandig.
- g) Der Schieferthon der Kohlenformation, Kohlenschiefer genannt, zeichnet sich gewöhnlich durch besondere Festigkeit, dunkle Färbung und viele Pflanzenabdrücke aus.

Noch tiefer in der Flötzreihe hinab treten an der Stelle der Schieferthone fast stets Thonschiefer auf.

§. 322.

29. Thonschiefer, ein dichtes, schieferiges Gestein, wahrscheinlich aus verdichtetem Schieferthon entstanden, in den es vollständig übergeht. Enthält gewöhnlich 60—65 Procent Kieselerde, 15—18 Thonerde, 7—10 Eisenoxyd, 2—5 Talkerde mit Kalkerde, etwas Kali, Kupferoxyd, Wasser und Kohle. Accessorisch treten darin auf: Chlorit, Chiasolith, Granat, Eisenkies.

In Deutschland kennt man dasselbe fast nur in der Grauwackengruppe und den zunächst darunter folgenden halb

krystallinischen, versteinerungsleeren Bildungen, die vorherrschend aus Thonschiefervarietäten bestehen. Insofern ist der Thonschiefer nur das älteste Glied der Schieferthonreihe, welches den Uebergang in Glimmerschiefer vermittelt. Ausnahmsweise finden sich aber in den Alpen auch viel jüngere Thonschiefervarietäten, zur Kreide- und Molassegruppe gehörig. Man vermuthet, daß dies eine Folge besonders starker plutonischer Einwirkung in dieser so mächtig erhobenen Gebirgskette sei.

§. 323.

Die Analysen einiger deutschen Thonschiefer ergaben folgende Resultate:

	Frick.			Thonsch. von Prag. A. Pleischl.	Grünl. Thonsch. vom Taunus. List.	Thonsch. von Claus- thal. Römer.
	Dachschiefer von Gofslar am Harz.	Dachschiefer von Bendorf.	Dachschiefer von Lehesten a. Th. W.			
Kieselerde	59,9	62,5	64,5	67,5	78,0	49,8
Thonerde	14,8	16,8	17,1	15,8	9,7	26,4
Eisenoxyd	9,0	8,4	7,4	5,8	2,6	6,9
Talkerde	4,4	2,2	2,2	3,6	0,3	0,8
Kalkerde	0,5	0,2	0,1	2,2	1,1	2,1
Kali	2,7	3,3	2,9	1,2	4,6	2,9
Wasser	4,4	4,0	4,0	—	1,0	7,0
Kupferoxyd	0,2	0,1	0,3	—	—	—
kohlens. Kalk	2,4	1,2	0,5	—	—	—
Kohle u. Verlust	1,3	0,9	0,0	1,1	—	0,6
Natron	—	—	—	2,1	3,1	1,6
Strontian	—	—	—	0,3	—	—
Manganoxyd	—	—	—	0,1	—	1,2
Schwefel	—	—	—	—	—	0,4

Sauvage untersuchte die Thonschiefer der Ardennen sehr sorgfältig, und diese bestehen hiernach wesentlich aus einem durch Salzsäure zersetzbaren, chloritartigen Mineral, aus einem durch Schwefelsäure zersetzbaren, glimmerartigen Mineral und aus Quarz. Der chloritartige Gemengtheil tritt als ein höchst feiner Staub auf, welcher die übrigen Be-

standtheile durchdringt und zugleich mit etwas Eisenoxyd, Manganoxyd und organischer Materie die Farbe des Gesteins bedingt; seine Menge schwankt zwischen 10 — 30 Procent. Der glimmerartige Gemengtheil erscheint in Gestalt kleiner, glänzender Blättchen, und seine Menge beträgt 30 — 50 Procent. Der Quarz endlich, einschliesslich geringer Beimengung von feldspathigen Theilen, bildet 25 — 44 Procent des ganzen Gesteins.

§. 324.

Es werden viele Varietäten des Thonschiefers unterschieden, z. B.:

- a) Gemeiner Thonschiefer, meist grau, grünlich oder röthlich, fettig glänzend, ziemlich eben oder auch verworren schieferig, häufig mit Quarzwülsten. Zuweilen mit deutlicher Linearfältelung.
- b) Dach- oder Tafelschiefer, sehr eben und dünnschieferig, grau bis schwarz.
- c) Grauwackenschiefer, grau, etwas feinsandig, in Grauwackensandstein übergehend, das vorherrschende Gestein in den Grauwackengebieten am Rhein, am Harz, im Voigtlande und in Schlesien. Ein ganz ähnliches Gestein tritt aber in den Alpen unter dem Localnamen Flysch in der Kreide- und Molassegruppe auf.
- d) Wetzschiefer, ein sehr kieselreiches, aber durchaus homogenes und dichtes, dickschieferiges Gestein, z. B. im Schwarza-thale am Thüringer Walde.
- e) Griffelschiefer, ein Thonschiefer mit sehr deutlichem Linearparallelismus oder auch mit stiftförmiger Absonderung, z. B. bei Sonnenberg im Thüringer Walde.
- f) Knotenschiefer oder Fruchtschiefer, ein meist glimmerschieferähnlicher Thonschiefer mit dunklen Flecken oder festeren knotigen Auscheidungen. Umgiebt in Sachsen die Ränder einiger Granitgebiete bei Schneeberg und Auerbach.
- g) Chiastolithschiefer, ein Thonschiefer mit sehr vielen Chiastolithkrystallen, so am Rande des Granites bei Gefrees im Fichtelgebirge.
- h) Schalsteinschiefer, ein oft Hornblende oder Chlorit haltender Thonschiefer mit Kalkspathknoten. Gewöhnlich in der Nähe von Grünsteinen, so bei Zelle unweit Nossen in Sachsen und sehr häufig an der Lahn im Nassauischen.
- i) Hornfelsschiefer, ein sehr kieselreicher Thonschiefer an manchen Granitgrenzen. Wir haben denselben bereits S. 162 als Hornfels kennen gelernt.
- k) Zeichnenschiefer (schwarze Kreide), eine sehr seltene, besonders kohlenstoffreiche und erdige Varietät des Thonschiefers.

- 1) **30. Alaunschiefer**, den ich in der Uebersicht als besonderes Gestein bezeichnet habe, ist ein Thonschiefer mit viel Kohle, Alkali und fein eingemengten Eisentheilen. Oft sehr gewunden schieferig und von vielen glänzenden, glatten Flächen durchschnitten.

§. 325.

Thonschiefer bildet so ausgedehnte Gebirgspartieen der Schiefer- und Grauwackengruppe, daß man schwerlich je nöthig haben wird, ihn mühsam aufzusuchen; denn wo er einmal vorkommt, da ist er auch in großer Masse vorhanden. Es ist aber auch nicht die Gesamtmasse des Thonschiefers als eine technisch nutzbare Gebirgsart anzusehen, sondern nur einzelne Varietäten desselben, welche gewöhnlich sehr untergeordnete Einlagerungen in der Hauptmasse bilden, sind als Dachschiefer, Tafelschiefer, Wetzschiefer, Griffelschiefer, Zeichnenschiefer und Alaunschiefer besonders nutzbar. Diese Gesteine haben, je nach der Vollkommenheit ihrer besonderen Eigenschaften, einen größeren oder geringeren Werth. Für ihre Aufsuchung können keine allgemein wissenschaftlichen Regeln gegeben werden, örtliche Erfahrungen sind dagegen oft als lehrreiche Führer anzusehen; wenn man z. B. eines dieser besonderen Gesteine in irgend einer Schiefergegend vorzugsweise unter gewissen besonderen Umständen gefunden hat, so wird man, wo diese Umstände in derselben Gegend sich wiederholen, auch mit triftigem Grunde nach jenem Gesteine suchen.

§. 326.

Bei dem Dachschiefer kommt besonders viel darauf an, daß er dünn und eben spaltet, nicht zu vielfach zerklüftet ist, nicht viel Wasser einsaugt und, der Luft ausgesetzt, möglichst wenig verwittert oder aufblättert. Besonders nachtheilig wirken eingeschlossene Kiestheile, welche an der Luft sich zersetzen. — In den berühmten Schieferbrüchen bei Lehesten am Thüringer Walde gilt der silbergraue Dachschiefer für am meisten dauerhaft, obwohl noch zur Zeit der dunkle, schwarzgraue mehr gesucht wird. Aus dem Lehestener Schiefer werden Tafeln bis zur Dünne einer Linie gespalten. In England wird in neuerer Zeit dieser Schiefer

noch zu sehr vielen anderen Zwecken verwendet, indem man ihn schleift, polirt, übermalt und lackirt. Auf der Londoner Ausstellung sah man daraus Tische, Billards, Ofenschirme, Badewannen, Tapezirungen für Zimmer, Briefbeschwerer etc.

§. 327.

Als Wetzschiefer dienen gewöhnlich die feinen Uebergänge des Grauwackensandsteines in den Grauwackenthonschiefer, überhaupt aber alle feingemengten kieselreichen Thonschiefer. Man findet den Wetzschiefer lagerweise oder auch in gangartigen Streifen im Thonschiefer, so z. B. bei Sonnenberg am Thüringer Walde, bei Seifersdorf unweit Freiberg, bei Saalfeld, bei Vieil-Salm in Frankreich.

§. 328.

Zu Herstellung der Schieferstifte verwendet man den sogenannten Griffelschiefer; derselbe wird in Stücke von Stiftlänge zersägt, dann in Stifte zerspaltten, und diese werden noch rund oder kantig geschabt. — In grosser Quantität werden dieselben bei Hasenthal und Steinheide am Thüringer Walde gebrochen.

§. 329.

Zeichnenschiefer oder schwarze Kreide findet sich in Deutschland nur selten, z. B. bei Ludwigstadt im Fichtelgebirge; die besten Varietäten kommen aus Italien und Spanien. Die schwarze Kreide wird theils roh, theils geschlemmt und mit Gummiwasser geknetet und geformt, verwendet.

§. 330.

Alaunschiefer bildet sehr häufig untergeordnete Lager im Thonschiefer. Jeder bituminöse und kalihaltige Thonschiefer mit fein eingesprengten Eisenkiestheilchen kann zur Alaunbereitung benutzt werden. — Von einer Aufsuchung desselben nach bestimmten Regeln kann, wie erwähnt, nicht wohl die Rede sein; man wird nur, bevor man technische Anlagen darauf begründet, die Mächtigkeit und Güte des zufällig aufgefundenen Alaunschiefers durch Nachgrabung und chemische Untersuchung oder Probe zu prüfen haben, um daraus zu beurtheilen, ob der Abbau sich lohnen kann. — Bedeutende

Alaunschieferbrüche sind z. B. bei Reichenbach und Ebersdorf im Voigtlande und bei Lauterthal am Harz bekannt.

§. 331.

Der meiste Thonschiefer kann allerdings auch als Baustein benutzt werden, doch macht ihn die schieferige Textur oft wenig geeignet dazu. Noch weniger taugt er in der Regel zum Straßsenbau, da er hierzu nicht nur zu schieferig, sondern auch zu weich ist. — In Schweden hat man gebrannten Thonschiefer zur künstlichen Herstellung von Cement verwendet. Eine ganz gute Mischung dieser Art soll sein: ein Theil des gebrannten Thonschiefers mit einem Theile mageren Kalks, einem Theile Granitgrus und einem Theile Granitbrocken. — Zerkleinerter Thonschiefer dient auch als Zuschlagflußmittel für kalkreiche Erze.

§. 332.

Thonschiefer verwittert ziemlich leicht und bildet meist fruchtbaren Thonboden. Je dunkler oder je kieselreicher er ist, um so wärmer und trockener, je heller und thonreicher, um so nasser, bindender und kälter zeigt er sich. Die Schieferstructur des Thonschiefers, als Untergrund, erleichtert das Eindringen des Wassers, besonders dann, wenn sie aufgerichtet ist. Von den einzelnen Thonschiefervarietäten zeigt sich der Grauwackenschiefer am fruchtbarsten. Als Beispiel der Weinkultur auf ihm verdient die Gegend zwischen Bingen und Coblenz genannt zu werden. Auf allen Thonschiefervarietäten findet man oft schöne Laubholzwaldungen.

§. 333.

Viele dieser Thonschiefervarietäten kommen sehr häufig wechsellagernd mit einander verbunden vor, zugleich noch mit Sandsteinen und anderen Einlagerungen, sie bilden Schiefergebiete. Geologisch muß man zweierlei Thonschieferbildungen unterscheiden, deren eine noch der Grauwackengruppe angehört, während die andere schon zu den krystallinischen, versteinerungsleeren Schiefergesteinen zu rechnen ist. Dieser halbkrySTALLINISCHE Thonschiefer bildet den Uebergang von den geschichteten zu den krystallinischen Schiefergesteinen und liegt auch sehr gewöhnlich zwischen ihnen.

G. Krystallinische Schiefergesteine.

§. 334.

Es sind schieferige krystallinische Verbindungen von Glimmer, Chlorit, Talk, Amphibol, Epidot, Turmalin, Quarz und Feldspath. Das heisst in einem Gestein treten immer nur 1, 2, 3, höchstens 4 dieser Mineralien mit einander verbunden auf, die einzelnen Mineralverbindungen sind aber ziemlich constante und an vielen Orten der Erde sich gleichmäfsig wiederholende. Aufser den wesentlichen finden sich aber sehr oft noch accessorische Bestandtheile darin. Auch sind die einzelnen krystallinischen Schiefergesteine nicht scharf gegen einander abgegrenzt, sondern sie bilden Uebergänge in einander, durch ungleiches Vorherrschen der einzelnen Mineralien.

§. 335.

Die krystallinischen Schiefergesteine kommen in der Regel gesellig mit einander vor, indem mehrere in einem grossen Gebiete innig mit einander verbunden sind. Gewöhnlich herrscht aber dann ein Gestein vor, und diesem sind die anderen als untergeordnet eingelagert. Solche oft vorherrschende Gesteine sind z. B. Gneifs und Glimmerschiefer.

§. 336.

Die krystallinischen Schiefergesteine enthalten im Allgemeinen keine organischen Reste und keine Bruchstücke oder Geschiebe älterer Gesteinsbildungen; von den Flötzformationen sind sie in der Regel überlagert und von den Massengesteinen durchsetzt. Aus allen diesen Umständen kann man schliessen, dass sie im Allgemeinen die ältesten Gesteine der Erde sind. Ihre Entstehungsweise ist noch sehr in Dunkel gehüllt. Aus Wasser können sie in ihrem gegenwärtigen Zustande nicht abgelagert sein, gegen lavaartige Entstehung spricht ihre Lagerung, Schieferstructur und oft ziemlich deutliche Schichtung, ja selbst ihre mineralogische Zusammensetzung ist dadurch zum Theil nicht wohl erklärbar. Man vermuthet, dass sie vorzugsweise durch Umwandlung (Metamorphose) aus vom Wasser abgelagerten Gesteinen, wie z. B. Thonschiefer, Mergelschiefer, Sandstein u. s. w., entstanden seien, doch ist die Art dieser Umwandlung jedenfalls noch sehr problematisch.

Das ausnahmsweise Vorkommen von undeutlichen Spuren organischer Reste in denselben spricht allerdings für eine solche Entstehungsart. Uns kommt es indessen hier mehr auf ihr Wesen als auf ihre Entstehungsweise an. Sie finden sich am häufigsten in Gebirgsgegenden, in denen sie oft ganz vorherrschen, was jedoch natürlich nicht ausschließt, daß sie auch in den Ebenen unter bedeckenden Flötzformationen fortsetzen und nur hie und da unter ihnen hervorragen.

§. 337.

31. Chloritschiefer, ein meist dunkelgrünes schieferiges Gestein, vorherrschend aus Chlorit bestehend, zuweilen mit Quarz oder Feldspath gemengt. Diese Mineralien bilden auch wohl Adern und linsenförmige Ausscheidungen darin. Sehr gewöhnlich enthält aber der Chloritschiefer auch noch ein bis zwei andere Mineralien als accessorische Bestandtheile porphyrartig. So treten darin z. B. auf: Eisenspath, Apatit, Talk, Glimmer, Strahlstein, Diopsit, Epidot, Turmalin, Titanit, Idokras, Granat, Staurolith, Rutil, Magneteisenerz und Eisenkies. Das Gestein ist zuweilen sehr fest durch Kieselbeimengung, zuweilen aber schneidbar und fettig anzufühlen. Es enthält durchschnittlich 25 — 26 Procent Kieselerde, 18 — 21 Thonerde, 15 — 28 Eisenoxydul, 15 — 25 Talkerde, 9 — 11 Wasser.

§. 338.

Der Chloritschiefer geht über durch Talkbeimengung in Talkschiefer, durch Hornblendebeimengung in Hornblendeschiefer, durch Quarz- und Feldspathbeimengung in Chloritgneifs, durch Glimmerbeimengung in Glimmerschiefer, durch Verdichtung der Gemengtheile in Thonschiefer, durch Verschwinden der Schiefertextur in Chloritfels und durch diesen in Serpentin. Mit diesen Gesteinen, sowie mit Magneteisenerz und körnigem Kalkstein pflegt er aber auch am häufigsten zusammen vorzukommen.

Die schönsten Varietäten dieses vielleicht durch Metamorphose aus Thonschiefer entstandenen Gesteines finden sich in den Alpen, besonders in Tyrol und Salzburg; ziemlich charakteristisch kommt es auch bei Wiersberg im Fichtelgebirge und bei Berggieshübel in Sachsen vor.

§. 339.

32. Talkschiefer. Dem schieferigen Talk als wesentlichem Bestandtheil ist oft etwas Quarz oder Glimmer beigemengt, wodurch Uebergänge in quarzigen Talkschiefer und Talkglimmerschiefer hervorgebracht werden. Accessorisch treten außerdem darin auf: Eisenspath, Talkspath, Strahlstein, Granat, Schmirgel, Gahnit, Magneteisenerz, Kipeldophan, Eisenkies und Gold. Das Gestein ist schneidbar und fettig anzu fühlen. Weifs, gelb oder grünlich, fettglänzend und meist gelblich, grünlich oder grau gefärbt. Delesse fand den Talkschiefer von Villa Rota am Po zusammengesetzt aus 41,3 Kieselerde, 3,2 Thonerde, 5,5 Eisenprotoxyd, 37,6 Talkerde, 12,0 Wasser und Spuren von Chrom- und Manganoxyd. Im reinen Talk ist jedoch der Kieselerdegehalt viel gröfser, bis 64 Procent.

§. 340.

Der Talkschiefer geht über: durch Chloritbeimengung in Chloritschiefer, durch Kalkbeimengung oder vielmehr Zwischenlagerung von Kalk in dünnen Schichten, in Kalktalkschiefer, durch Verdichtung und Thonbeimengung in Thonschiefer. Er findet sich besonders in den Alpen, z. B. im Zillerthal und im Thal von Gastein. Einen filzigschuppigen chlorit- und asbesthaltigen Talkschiefer verwendet man unter dem Namen Topfstein oder Lavezstein zu Schmelzgefäfsen und als Gestellgestein in Schmelzöfen. Ueber seine Einwirkung auf die Vegetation ist nichts Näheres bekannt.

§. 341.

33. Hornblendeschiefer, ein krystallinisch schieferiges, vorherrschend aus Hornblende bestehendes Gestein. Durch Beimengung von Glimmer und Quarz übergehend in Glimmerschiefer, von Glimmer, Quarz und Feldspath in Hornblendegneifs, von Chlorit in Chloritschiefer, durch Verdichtung und etwas Feldspathbeimengung in Grünsteinschiefer, durch Verschwinden der Schiefertextur in Hornblendefels. Accessorisch treten im Hornblendeschiefer zuweilen auf: Chlorit, Glimmer, Strahlstein, Epidot, Feldspath, Quarz, Titanit, Granat, Staurolith, Magneteisenerz, Eisenkies. Seine Farbe ist meist dunkelgrün.

§. 342.

Der Hornblendeschiefer und seine Uebergangsvarietäten treten gewöhnlich als untergeordnet in Gneifs- oder Glimmerschiefergebieten auf, so z. B. bei Münchberg im Fichtelgebirge, bei Deutsch-Brod in Böhmen, bei Miltiz in Sachsen. Ueber besondere Anwendung oder Einwirkung auf den Boden ist nichts Näheres bekannt, doch gehört der aus Hornblendeschiefer entstandene Boden sicher nicht zu den unfruchtbaren.

Es ist mir noch keine Analyse von Hornblendeschiefer bekannt; da er aber vorherrschend aus Hornblende besteht, so dürfte derselbe durchschnittlich 40 — 60 Kieselerde, 15 — 25 Talkerde, 0 — 13 Thonerde, 13 — 14 Kalkerde und bis 9 Eisenoxydul enthalten; letzteres kann aber natürlich durch beigemengten Magneteisenstein sehr steigen.

§. 343.

34. Glimmerschiefer, ein schieferiges, krystallinisches Gemenge aus Glimmer und Quarz; ersterer ist oft ganz vorherrschend. Der Quarz ist entweder in kleinen linsenförmigen Blättchen der Schieferung parallel eingemengt, so daß das ganze Gestein ein feinschuppiges Aggregat bildet, oder er tritt auch in größeren dünnen Lagen oder unregelmäßigen Knoten aus dem Gemenge hervor. Wird der Quarzgehalt überwiegend, so daß in einem fast ganz aus Quarz bestehenden schieferigen Gestein nur einzelne Glimmerschüppchen parallel eingestreut sind, so wird dadurch ein Uebergang in Quarzschiefer vermittelt. Durch etwas beigemengten Feldspath geht der Glimmerschiefer in Gneifs über. Uebergänge finden ferner statt in Talkschiefer, Chloritschiefer, Kalkglimmerschiefer (Cipollin) und durch Verdichtung in Thonschiefer.

§. 344.

Auch der Glimmerschiefer enthält sehr häufig krystallisirte Mineralien als accessorische Beimengung, am häufigsten Granat, außerdem aber auch zuweilen Talk, Disthen, Feldspath, Hornblende (Uebergang in Hornblendeschiefer), Andalusit, Turmalin, Staurolith, Beryll, Rutil, Magneteisenerz, Eisenkies oder Graphit (Uebergang in Graphitschiefer). Seine

Färbung ist verschieden, jedoch meist grau, im Schieferbruch sieht man oft nur den Glimmer, während im Querbruch auch der Quarz deutlich wird und dadurch meist eine etwas hellere Färbung bedingt. Die Schieferung ist häufig sehr gewunden oder zeigt feine Parallelfältelung.

§. 345.

Der Glimmerschiefer bildet durch ungleiche Mengung und Textur sehr verschiedene Varietäten, von denen einige hier beispielsweise angeführt werden mögen:

- a) Normaler Glimmerschiefer, vorherrschend aus grauem Glimmer, aber doch mit sehr deutlichem Quarz der Art gemengt, daß letzterer kleine linsenförmige Körper in dem schieferigen Glimmeraggregat bildet.
- b) Granatenglimmerschiefer, mit sehr viel porphyrartig eingemengten Granaten.
- c) Glimmerreicher Glimmerschiefer, mit kaum bemerkbarem Quarz.
- d) Quarzreicher Glimmerschiefer, mit viel Quarz, der zuweilen, statt abgesonderte Linsen zu bilden, lagenweise mit Glimmerlamellen wechselt. Bildet Uebergänge in Quarzschiefer.
- e) Ebenschieferiger Glimmerschiefer.
- f) Verworrenschieferiger Glimmerschiefer.
- g) Grobflaseriger Glimmerschiefer.
- h) Eisenschüssiger Glimmerschiefer.
- i) Gneifsartiger Glimmerschiefer, mit etwas Feldspath im Gemenge.
- k) Höchst feinschuppiger, ins Dichte übergehender Glimmerschiefer.
- l) Graphitglimmerschiefer u. s. w.

Andere Varietäten werden auch noch durch die Grade der Zersetzung hervorgebracht.

§. 346.

Der Glimmerschiefer bildet in der Regel ausgedehnte Gebiete oder untergeordnete Einlagerungen in andere krystallinische Schiefergesteine, z. B. in Gneifs, seltener Schollen im Granit. Ist er in einem Gebiete das vorherrschende Gestein, so zeigt er sich dann oft verbunden oder wechsellagernd mit Hornblendschiefer, Gneifs, Quarzschiefer, auch wohl mit Graphitschiefer, Thonschiefer und ähnlichen krystallinischen Schiefergesteinen; auch treten darin sehr oft untergeordnete Einlagerungen von

körnigem Kalkstein oder Dolomit, sowie seltener von Braun-, Roth- oder Magneteisenstein auf.

§. 347.

Da der Glimmerschiefer zu den häufigsten Gesteinen gehört, so erscheint es überflüssig, hier specielle Localitäten zu nennen, wichtiger dagegen, seine allgemeine Verbreitung in Deutschland mit einigen Worten anzudeuten. Man findet ihn sehr vorherrschend in den sudetischen Gebirgen, an beiden Abhängen des Riesengebirges, im Erzgebirge, am ausgedehntesten in dessen westlichem Theil, im Fichtelgebirge die Granitberge umgebend, von da aus sehr vorherrschend in den Böhmerwald hinein fortsetzend, und ähnlich im böhmisch-mährischen Grenzgebirge. Im nordwestlichen Thüringer Wald, im Spessart, im Odenwald und im Schwarzwald ist er nur wenig verbreitet, dagegen wieder sehr mächtig entwickelt in der Centralkette der Alpen. Das übrige Deutschland ist fast frei davon.

§. 348.

Die chemische Zusammensetzung des Glimmerschiefers muß natürlich sehr verschieden sein, je nachdem er aus viel Glimmer und wenig Quarz, oder aus viel Quarz und wenig Glimmer besteht. Der in ihm ganz herrschende optisch zwei-axige Glimmer enthält 48 Kieselerde, 40 Thonerde und 12 Kali. Wenn nun in einem Glimmerschiefer der Quarzgehalt ungefähr die Hälfte beträgt, so ergibt sich daraus seine Totalzusammensetzung zu ungefähr 74 Kieselerde, 20 Thonerde und 6 Kali. Svanberg schied aus einem skandinavischen Glimmerschiefer 37,7 Procent reinen Glimmer aus und fand dann das zurückbleibende Gemenge zusammengesetzt aus 46 Kieselerde, 1,5 Thonerde, 7 Kalkerde, 3 Talkerde, 0,2 Manganoxydul und 0,1 Eisenoxyd ohne Kali. In diesem Gestein scheint demnach außer Glimmer mit dem Quarz auch Talk und etwas Kieselerde verbunden gewesen zu sein. Eine andere Analyse des Gesteins ist mir nicht bekannt.

§. 349.

Glimmerschiefer findet wenig besondere technische Anwendung; seine dickschieferigen, quarzreichen und dadurch

festen Varietäten liefern einen vortrefflichen Baustein; zum Straßsenbau kann jedoch nur der in den Quarzschiefer übergehende mit Vortheil benutzt werden. Eine gewisse feine quarzreiche Varietät der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen wurde früher als Gestellstein in Schmelzöfen benutzt. Dazu würde auch der Talkglimmerschiefer ganz besonders geeignet sein. — Ueberhaupt ist aller Glimmerschiefer mehr feuer- als wasserbeständig und deshalb zu Brandmauern und Feuerstellen recht passend, zu Wasser- und Grundbauten aber weniger gut anwendbar. Besonders fein- und ebenschieferige Varietäten werden auch zum Dachdecken benutzt. — Sein specifisches Gewicht ist $\approx 2,6$ bis $3,0$.

§. 350.

Der Grad der Verwitterbarkeit des Glimmerschiefers hängt sehr von dem Quarzgehalte ab; ist dieser groß, so geht die Verwitterung nur langsam von Statten. Er liefert einen mehr oder weniger mit Quarzkörnern und Glimmerblättchen gemengten Thon- oder Lehm Boden von ziemlich günstigem Einflusse auf die Vegetation; namentlich gedeihen Laubholzwälder auf Glimmerschieferboden meist sehr gut. Als Untergrund zeigt sich das Gestein durch seine Schieferstructur vortheilhaft.

§. 351.

An den Glimmerschiefer schliessen sich noch einige verwandte Gesteine an, die hier wenigstens kurz erwähnt werden mögen:

Eisenglimmerschiefer, ein Glimmerschiefer, in welchem der gewöhnliche Glimmer durch Eisenglimmer vertreten ist. Ziemlich selten, in Brasilien goldhaltig.

Kalkglimmerschiefer, in den beim Kalkstein schon erwähnten Cipollin übergehend, jedoch mit vorherrschendem Glimmer, oder aus wechselnden dünnen Lagen von Kalkstein und Glimmerschiefer bestehend. So in den Alpen.

Schörlschiefer oder Turmalinschiefer, ein schieferiges Gemenge aus Turmalin und Quarz; ersterer vertritt also die Stelle des Glimmers. Dunkel und fest. In Turmalinfels übergehend. Oft zinnerzhaltig, so z. B. bei Eibenstock in Sachsen. Außerdem mit Glimmer, Chlorit, Feldspath, Arsenkies oder Granat. Zuweilen auch ein ziemlich dichtes Gemenge bildend.

§. 352.

35. Gneifs (auch Gneufs oder Gneus), ist ein krystallinisch schieferiges oder flaseriges Gemenge aus Glimmer, Feldspath und Quarz. Je nachdem diese Mineralien unter ähnlichen oder unter sehr ungleichen Verhältnissen und in etwas ungleicher Form mit einander verbunden sind, entstehen dadurch, sowie durch Beimengung anderer Mineralien, besondere Varietäten und Uebergänge, die nachher weiter besprochen werden sollen. Ausser den wesentlichen Gemengtheilen treten im Gneifs zuweilen auch noch einige krystallisirte Mineralien accessorisch auf, so z. B. Talk, Ogkoit, Antholith, Hornblende, Dichroit, Andalusit, Turmalin, Granat, Staurolith, Allanit, Rutil, Eisenkies und Graphit. Nicht selten zeigt das Gestein deutlichen Linearparallelismus, sowohl durch Fältelung, als auch durch Streckung der Gemengtheile.

§. 353.

Das Vorkommen des Gneiffes ist sehr analog dem des Glimmerschiefers. Auch er bildet grofse Gebiete oder herrscht wenigstens in solchen vor, während seine eigenen Varietäten und andere verwandte Gesteine untergeordnet darin auftreten, oder mit ihm wechsellagern. Auch er enthält (nur seltener) Lager von körnigem Kalkstein und von Eisenstein. Er bildet aber auch (nur ebenfalls seltener) selbst untergeordnete Einlagerungen in anderen krystallinischen Schiefergesteinen, oder mächtige Schollen im Granit oder Syenit. Auch der Gneifs kommt in vielen deutschen Gebirgsgegenden als vorherrschend oder mit dem Glimmerschiefer zusammen vor, so in den Sudeten, im Riesengebirge, Erzgebirge, Böhmerwald, im böhmisch-mährischen Gebirge, im nordwestlichen Theile des Thüringer Waldes, im Spessart, Odenwald, Schwarzwald und in der Centralkette der Alpen.

§. 354.

Die chemische Zusammensetzung des Gneiffes ist natürlich sehr verschieden, je nachdem derselbe viel oder wenig von den drei einzelnen Gemengtheilen enthält und je nachdem der Feldspath Orthoklas, Oligoklas oder auch Albit, der Glimmer nur Kaliglimmer oder auch Talkerdeglimmer ist. Diese grofse Ungleichheit der Zusammensetzung ist

wohl der Grund, warum wir noch keine gnten Analysen von verschiedenen Gneifsvarietäten besitzen. Denken wir uns einen normalen Gneifs aus gleichen Theilen Quarz, Kaliglimmer und Orthoklas zusammengesetzt, so muß derselbe ungefähr enthalten **71** Kieselerde, **19** Thonerde und **10** Kali, von welchem letzteren gewöhnlich ein kleiner Theil durch Natron oder Kalk vertreten sein wird. Jeder Gneifs enthält aber außerdem etwas Eisenoxyd, und diese gleichsam normale Zusammensetzung wird ungemein modificirt werden durch Vorwalten oder Stellvertretung gewisser Gemengtheile. Durch Vorherrschen des Quarzes kann der Kieselerdegehalt bis auf **80** steigen, durch Vorherrschen des Orthoklases der Thonerde- und Kaligehalt bis auf **30** und **20**, durch Beimengung von Oligoklas oder Albit der Natrongehalt bis auf **5**, durch Beimengung von Talkglimmer der Talkerdegehalt bis auf **10** u. s. w. Es bedarf darum für die genaue chemische Beurtheilung irgend einer Gneifsvarietät stets einer besonderen Untersuchung.

§. 355.

Unter den vielerlei Varietäten und Uebergängen, welche der Gneifs bildet, sind folgende die verbreitetsten und wichtigsten:

- a) Normalgneifs, aus ungefähr gleichen Theilen von Quarz, Glimmer und Feldspath gemengt. Meist grau, selten röthlich, z. B. bei Freiberg.
- b) Gneifs mit vorherrschendem Glimmer und Quarz, den Uebergang in Glimmerschiefer bildend.
- c) Gneifs mit vorherrschendem Quarz, Uebergang in Quarzschiefer.
- d) Gneifs mit vorherrschendem Feldspath, Uebergang in Felsitschiefer, meist röthlich.
- e) Gneifs mit vorherrschendem Feldspath und Quarz, Uebergang in Granulitgneifs.
- f) Gneifs mit ziemlich viel Hornblende, Uebergang in schieferigen Syenit oder Syenitgneifs.
- g) Gneifs mit Talk statt Glimmer, schieferiger Protogin (Talkgneifs).
- h) Gneifs mit Chlorit statt Glimmer, Chloritgneifs.
- i) Gneifs mit Dichroit statt Quarz, Dichroitgneifs.
- k) Gneifs mit viel Graphit, Uebergang in Graphitschiefer.
- l) Sehr feinschieferiger Gneifs.
- m) Sehr grobgemengter und grobschieferiger Gneifs.

n) Gneifs mit einzelnen grofsen Feldspathknoten, sogenannter Augengneifs.

o) Nur undeutlich schieferiger oder Granitgneifs.

§. 356.

Weit unwesentlicher sind die Verschiedenheiten der Färbung, die meist nur von ungleichen Oxydationsstufen oder von ungleichem Vorwalten des beigemengten Eisens herrühren. Doch hat man im Erzgebirge dem Alter, und wahrscheinlich auch der Entstehungsweise nach zwei Gneifs-varietäten unterschieden, von denen eine vorherrschend grau, die andere aber roth gefärbt ist, und die dabei beide wieder mancherlei Texturvarietäten umschliessen. Der graue Gneifs scheint der ältere zu sein; in ihm sind die Erzgänge vorzugsweise günstig entwickelt. Der rothe Gneifs dagegen ist der jüngere und wahrscheinlich in gewissem Grade eruptiv gebildete, da er an seinen Rändern gegen den grauen Gneifs zuweilen Bruchstücke desselben umschliesst. Dieser rothe Gneifs, der vielleicht geologisch mehr dem Granit als dem Gneifs zuzurechnen ist, scheint der Entwicklung der Erzgänge stets ungünstig gewesen zu sein.

§. 357.

Der Gneifs liefert oft einen sehr guten, festen und ebenplattigen Baustein, und namentlich auch Plattensteine für Trottoirs, nur hat man sich dabei vor den leicht verwitternden, Feuchtigkeit aufsaugenden oder Bittersalz ausblühenden Varietäten zu hüten. Zum Chausseebaue können nur die undeutlichschieferigen, aus sehr kleinen Gemengtheilen bestehenden Varietäten benutzt werden, namentlich die, in welchen Quarz oder Feldspath stark vorherrschen. Eine besondere technische Benutzung dürfte beim Gneifs kaum stattfinden. Sein specifisches Gewicht ist = 2,5 bis 2,9.

§. 358.

Der Gneifs enthält ausser den Gemengtheilen des Glimmerschiefers noch Feldspath, der sowohl die Zersetzung des Gesteines befördert, als auch durch seine chemischen Bestandtheile die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht. Der Thon- oder Lehm-boden, welcher aus dem Gneifs entsteht, zeigt sich deshalb meist sehr fruchtbar als Ackerland und als Waldboden. Für den Untergrund sind die Structurverhältnisse des Gneiffes günstig, und auch die unzersetzt bleibenden einzelnen Gneifsfragmente (Steine) tragen zur Lockerheit, zum besseren Luft- und Feuchtigkeitswechsel im Boden bei. Sehr auffallend ist

der Unterschied der Fruchtbarkeit z. B. in der Gegend zwischen Freiberg und Tharand, wo fast aller Gneifsboden in Feldland umgewandelt ist, während der ihn durchsetzende Porphyry und überlagernde Quadersandstein Wald geblieben ist, weshalb nun die Grenzen des sogenannten Tharander Waldes im Allgemeinen ungefähr zusammenfallen mit denen des Porphyrs und Sandsteines.

§. 359.

36. Granulitschiefer (Granulitgneifs, Weifsstein). Da diese Gneifsvarietät zuweilen sehr selbstständig auftritt, so verdient sie auch eine besondere Besprechung. Der dichte Feldspath ist in diesem schieferigen Gestein ganz vorherrschend und innig mit Quarz verbunden, beide nicht deutlich gesondert, Glimmer ist nur sehr untergeordnet vorhanden oder fehlt auch wohl ganz. Es sind nur feine Schüppchen parallel vertheilt, oder es wechseln dünne Glimmerlagen mit dickeren von Feldspath und Quarz, wodurch das Gestein oft im Querbruch ein bandstreifiges Ansehen erhält. Ausserdem treten ganz kleine Granaten und Cyanit oft accessorisch in dem Gesteine auf; namentlich fehlen die ersteren nur selten ganz. Das Gestein besteht durchschnittlich aus 79—80 Kieselerde, 10—12 Thonerde, 6—7 Kali, 1 Eisenoxyd, 1 Wasser. Seine Färbung ist meist hell, weifs, gelblich oder röthlich, zuweilen jedoch auch dunkel bis fast schwarz. Die Schieferung und die ihr stets parallele deutliche schichtenförmige Absonderung ist stets sehr glatt, aber zuweilen grofswellig, und ebenfalls sehr glatte Absonderungsklüfte durchschneiden das häufig von Granitgängen durchzogene Gestein.

§. 360.

Durch Zunahme des Glimmers wird ein Uebergang in gewöhnlichen Gneifs vermittelt, durch gänzlich Vorherrschen des Feldspathes in Felsitschiefer, ein Gestein, welches wegen seiner Seltenheit hier nicht besonders besprochen wird. Verliert sich die Schiefertextur, so wird dadurch ein Uebergang in körnigen Granulit oder glimmerarmen Granit hervor gebracht.

Granulitschiefer, verbunden mit körnigem Granulit, bildet einige ziemlich grofse Gebiete, so zwischen Rofswein und

Penig in Sachsen und bei Iglau in Mähren. Das Gestein liefert sehr gute Bruchsteine zum Bauen und festes Material zum Strafsenbau. Der daraus entstehende Boden ist im Allgemeinen fruchtbar zu nennen. Man vergleiche darüber Falu, über das sächsische Granulitgebiet.

Massen- oder Eruptivgesteine.

§. 361.

Es sind Mineralverbindungen, in denen gewöhnlich der Feldspath (verschiedene Arten desselben) vorherrscht, mit ihm sind am häufigsten verbunden Quarz, Glimmer, Hornblende oder Augit, seltener Talk, Chlorit, Epidot, Magnetisenerz und dergleichen. Gewöhnlich bilden 2 oder 3 dieser Mineralien durch ihre Mengung ein Gestein. Ihre Verbindung ist körnig, porphyrartig oder dicht, die dichten und die porphyrartigen Gesteine sind oft zugleich blasig oder mandelsteinartig. Sie zeigen meist massige Absonderung, doch häufig auch regelmäßige Säulen-, Kugel- oder Platten- und Tafelform, nie wahre Schichtung, selten schieferige Textur. Sie bilden große unregelmäßige Gebiete, Massivs, Stöcke oder Gänge zwischen sich gegenseitig, und zwischen anderen Gesteinen, oder sie sind als Lavaströme an der Oberfläche übergeflossen. Sie enthalten niemals ihnen zugehörige Versteinerungen, und ihre Entstehung ist höchst wahrscheinlich durchgehends analog der der Laven an den Vulkanen. Jedenfalls sind die größeren Massen und Gänge derselben alle eruptiv gebildet, durch Empordrängen aus der Tiefe im erweichten Zustande; nur darüber kann noch Zweifel sein, ob sie sich dabei alle in einem solchen heifsflüssigen Zustande befunden haben, wie die Laven. In keinem Falle sind sie in ihrem gegenwärtigen Zustande aus Wasser abgelagert, wohl aber könnte vielleicht ein Theil derselben lavaartig entstanden und dann erst durch lange dauernde Einwirkung von Wasser in den gegenwärtigen mineralogischen Zustand versetzt worden sein. Hierüber zu sprechen, werden die einzelnen Abtheilungen noch Veranlassung bieten.

H. Granitgesteine

(krystallinisch - körnige, quarzhaltige Gesteine).

§. 362.

Die Granitgesteine sind krystallinisch-körnige Gemenge aus Feldspath, Quarz und Glimmer, Talk, Chlorit oder Hornblende. Vom Feldspath treten verschiedene Arten darin auf, besonders Orthoklas, Oligoklas und Albit. Der Quarz ist besonders bezeichnend, da er einer grossen Zahl anderer Massengesteine ganz fehlt, und der Glimmer wird zuweilen vertreten durch Talk oder Chlorit. Accessorisch findet sich in diesen Gemengen ausserdem noch eine ziemliche Zahl von Mineralien, welche bei den einzelnen genannt werden sollen. Die Granitgesteine bilden vollständige Uebergänge in die krystallinischen Schiefergesteine, besonders in die Gneissvarietäten, ebenso aber auch in die Porphyre. Sie treten in weit ausgedehnten Gebieten auf oder auch in kleineren stockförmigen Massen, in Gängen oder gangförmigen Ausläufern.

§. 363.

Ihre eruptive Entstehung ist aus Grund ihrer Lagerungsverhältnisse unzweifelhaft, aber ihr Quarzgehalt steht einigermaßen in Widerspruch mit der Annahme, dass sie, so wie sie jetzt sind, aus einem heissflüssigen Zustande erstarrt seien.

Die granitischen Gesteine sind ausserordentlich verbreitet, sie kommen in allen bekannten Erdtheilen vor, und überall unter analogen Verhältnissen.

§. 364.

37. Granit. Ein krystallinisch-körniges Gemenge aus Feldspath (oft zweierlei zugleich), Quarz und Glimmer. Der meist vorherrschende Feldspath ist gewöhnlich Orthoklas, oft aber auch Oligoklas, Albit, Periklin oder selbst Labrador. Gewöhnlich unterscheiden sich diese Feldspatharten, besonders wenn zwei zugleich im Gemenge auftreten, etwas durch ihre Färbung oder Verwitterung. Der Glimmer ist fast nur optisch zweiaxiger, d. h. Kaliglimmer, meist grau oder weiss, selten schwarz. Der Quarz bildet glasähnliche Körner. Accessorisch treten ausserdem zuweilen im Granit auf: schwarzer Glimmer, weisser Lithionglimmer, Hornblende, Disthen, Dichroit, Andalusit, Turmalin, Topas, Granat, Orthit, Gadolinit, Itrotan-

talit, Rutil, Tantalit, Pyrochlor, Magneteisenerz, Zinnerz, Eisenerz und Graphit.

§. 365.

Als Varietäten der Textur und der Mengung werden z. B. unterschieden:

- a) Normaler Granit, von mittlerem Korn, mit etwas vorherrschendem Orthoklas (zuweilen auch etwas Albit) und etwa gleichviel Quarz und Glimmer. Allgemeine Färbung grau oder röthlichgrau. Bildet grofse Gebiete.
- b) Porphyrtiger Granit. In einer mittelkörnigen oder feinkörnigen Grundmasse, die sehr häufig Albit oder Oligoklas enthält, treten einzelne gröfsere, rundum ausgebildete Feldspathkrystalle (fast stets Orthoklaszwillinge) auf. Bildet ebenfalls grofse Gebiete und ist deshalb z. B. von v. Leonhard Gebirgsgranit genannt worden. — Mancher Granit ist auch durch Quarzkrystalle porphyrtig, welche in der Hauptmasse von Weitem beinahe wie Regentropfen aussehen. Der porphyrtige Granit geht durch Verdichtung in Granitporphyr über.
- c) Feinkörniger Granit. Die einzelnen Mineraltheilchen sind nur etwa wie Hirsekörner grofs, oder noch kleiner. Das Gestein ist zuweilen sehr glimmerarm, statt dessen turmalinhaltig. Bildet am häufigsten Gänge in den zuvor genannten Varietäten.
- d) Riesengranit, sehr grobkörnig und unregelmäfsig gemengt, auch wohl drufsig. Bildet Gänge oder Concretionen in anderem Granit oder auch in krystallinischem Schiefer.
- e) Schriftgranit (Pechmatolith). Quarz und Orthoklas sind regelmäfsig verwachsen, der Art, dafs der erstere bei gewissem Durchbruch Schriftzeichen in dem letzteren zu bilden scheint. Am häufigsten gangförmig in anderem Granit.
- f) Gneifsgranit (oder Granitgneifs), ist etwas schieferiger Granit und bildet folglich einen Uebergang in Gneifs,
- g) Feldspathreicher Granit.
- h) Quarzreicher Granit.
- i) Glimmerreicher Granit.
- k) Turmalingranit (oder Schörlgranit), ein gewöhnlich sehr feinkörniger und hellfarbiger Granit (vergl. c.), in welchem der wenige Glimmer ganz oder beinah ganz durch Turmalin vertreten ist. Bildet meist Gänge in anderem Granit, so bei Heidelberg im porphyrtigen.
- l) Eisengranit. Der Glimmer ist durch Eisenglanz (sogenannten Eisenglimmer) vertreten. Ziemlich selten, z. B. bei Gottesgabe im Fichtelgebirge.
- m) Graphitgranit, der Glimmer ist durch Graphit vertreten. Selten, z. B. bei Mendiande in den Pyrenäen.

n) Dichroitgranit. Der Quarz ist durch Dichroit vertreten. Soll im Böhmerwalde ziemlich häufig vorkommen.

o) Syenitgranit, ein Granit mit etwas Hornblendebeimengung, dadurch in Syenit übergehend, häufig.

§. 366.

Als besondere Gesteine, aber innigst mit dem Granit verwandt, werden unterschieden:

38. Protogin, eine Granitvarietät, in welcher der Glimmer durch Talk oder Chlorit vertreten ist. Kommt besonders in den Alpen häufig vor und geht durch schieferige Textur in Protogingneifs über.

39. Granulit, ein sehr glimmerarmer oder ganz glimmerfreier Granit. Gewöhnlich sehr hell, fast weifs, oft mit kleinen Granaten. Geht durch Annahme von Schiefertextur in den Granulitgneifs über. Zuweilen mit letzterem zusammen vorkommend, doch auch Gänge in anderen Graniten bildend.

40. Greisen (Hyalomict), ein Granit ohne Feldspath. Dieses Gestein ist ziemlich selten; wo es vorkommt, ist es gewöhnlich zinnerzhaltig, so bei Zinnwalde und Schlackenwalde in Böhmen.

41. Turmalinfels (Schörfels, Schörlquarzit), ebenfalls ein seltenes Gestein und darum hier nicht weiter zu beachten; so wenig als der Miascit, aus Orthoklas, Eläolith und schwarzem Glimmer bestehend, der bis jetzt nur am Ural bekannt ist, und der Epidosit, aus Quarz und Epidot gemengt, den Pilla als ein Gestein der Insel Elba beschrieben hat. Dagegen verdient der

Topasfels, obwohl eines der seltensten Gesteine, da man es bis jetzt nur am Schneckenstein bei Schöneck in Sachsen kennt, dennoch seiner Besonderheit wegen hier berücksichtigt zu werden. Er vereint in sich vier verschiedene Texturarten. Er besteht nämlich aus einem körnig schieferigen Aggregat von Quarz, Turmalin und Topas; dieser topashaltige Turmalinschiefer ist aber in lauter Stücke zerbrochen, und diese Stücke sind beinahe ohne Bindemittel zu einer Breccie verkittet; zwischen den einzelnen Bruchstücken sind aber zahlreiche drufsige, mit Quarz und Topaskrystallen besetzte Lücken.

§. 367.

Der Granit bildet ausgedehnte Gebiete von regelloser Gestalt, sehr häufig aber auch solche von kreisähnlichem oder elliptischem Horizontalschnitt, sogenannte Granitellip-

soide, die zuweilen nur als isolirte Bergkuppen aus anderem Gestein hervorragen, zuweilen aber auch ganze Hügelgruppen bilden. Außerdem findet er sich aber auch oft gangförmig. Größere Gebiete von mittelkörnigem oder porphyrartigem Granit sind ganz gewöhnlich von feinkörnigeren, oft turmalinhaltigen, oder von Schrift-Granitgängen durchsetzt, die offenbar etwas neuerer Entstehung sind, aber sicher aus demselben Bildungsproceß herrühren. Uebrigens durchsetzt der Granit sowohl stock- als gangförmig in der Regel nur krystallinische Schiefer oder die ältesten Schichtgesteine. Sehr oft findet man darum auch in ihm Bruchstücke von dergleichen Schiefergesteinen, die oft nur noch als dunklere Flecke von etwas anderer Textur erkennbar sind. Es sind bis jetzt nur ganz ausnahmsweise Fälle, in denen man ihn z. B. in den Alpen, neuere Flötzformationen (wie Jurakalk) durchsetzend, beobachtet hat. An den Grenzen gegen die durchsetzten Gesteine umschließt er häufig Bruchstücke derselben. Seine Absonderung ist in der Regel die massige, oder dickplattenförmige, seltener zeigt er eine gewisse Tendenz zur Bildung von concentrisch schaligen Kugeln. Seine Oberfläche ist sehr oft mit ruinenähnlichen Felsen bedeckt, die aus übereinander liegenden matrattenförmigen Platten bestehen, oder mit wollsackförmigen Blöcken.

§. 368.

Der Granit zeigt sich am häufigsten in Gebirgsgegenden, hie und da jedoch auch in den Niederungen, in Deutschland z. B. in der Centralkette der Alpen, im Schwarzwalde, im Odenwalde in Syenit übergehend, im Spessart, im nordwestlichen Thüringer Walde, im Fichtelgebirge, im Böhmerwalde, im böhmisch-mährischen Gebirge, in den Sudeten, im Riesengebirge, in der Lausitz bis in die Niederungen hinab, doch immer unebenes Land, Hügel bildend, im Erzgebirge und in dessen Vorbergen, im Harz am Brocken und an der Rofstrappe. Der Granit gehört aber überhaupt zu den am meisten verbreiteten Gesteinen, man kennt ihn in allen Erdtheilen und überall auf eine analoge Weise zusammengesetzt und gelagert.

§. 369.

Die rohen Granitstücke haben freilich gewöhnlich keine recht passenden Formen als Mauersteine, und ihre Bearbeitung ist meist etwas kostspielig, aber gewisse Varietäten des Granites liefern sehr festes und dauerhaftes Baumaterial und eignen sich auch zur Bearbeitung. Einige der bedeutendsten Land- und Wasserbauwerke in Paris, London und Petersburg bestehen aus Granit. Neuerlich hat man an den schlesischen Eisenbahnen auch viele Bahngebäude daraus hergestellt, indem man die rohen Bruchstücke recht zierlich an der Oberfläche hervortreten läßt, und der Granit aus dem Okerthale am Harz legt den weiten Weg um Dänemark herum bis Danzig zurück, wo man eine Brücke aus ihm construirt. Man macht aus Granit auch große Platten, Säulen, Tröge, Simse und dergleichen. Gewöhnlich benutzt man aber zu solchen Arbeiten nur die an der Oberfläche liegenden großen Blöcke, welche in der Regel fester und weniger zerklüftet sind als der größte Theil des anstehenden Gesteines. Jene Blöcke werden mit Hilfe vieler eiserner oder hölzerner Keile zweckmäfsig zurecht gespalten und dann erst mit Spitzeisen, Hammer und Meißel bearbeitet. — An einigen Orten eignet sich jedoch auch das anstehende Gestein zu solchen Arbeiten, so am Trögelsberge bei Bischofswerda, von welchem sehr große Sendungen von Granitplatten geliefert werden. An diesem Berge gewährt die plattenförmige Absonderung des Gesteines bei der Gewinnung eine große Erleichterung, weil man die ziemlich horizontal liegenden Platten gewöhnlich nur nach zwei verticalen Richtungen zu spalten braucht. — Viele alte ägyptische Bauwerke und colossale Statuen bestehen aus Granit; auch werden noch jetzt große Bildwerke häufig aus den festesten Granitvarietäten hergestellt und nehmen eine gute Politur an. Die große Schale vor dem Museum in Berlin und die Alexandersäule in Petersburg sind beide aus nordischem Granitgeschiebe gearbeitet. An einigen Orten werden auch gute Mühlsteine aus Granit gehauen. Als Chausseesteine sind nur gewisse feinkörnige und feste Varietäten des Granites brauchbar. — Das specifische Gewicht des Granites ist 2,5 bis 2,6.

Der Schriftgranit taugt in der Regel nicht viel als Baustein, doch ist er zuweilen fest genug zum Chausseebau und liefert hier und da grofse reine Feldspathpartieen zur Porzellanbereitung.

Der Protogin dürfte in seiner Anwendung meist dem gewöhnlichen Granit gleichstehen. Zuweilen ist in ihm der Talk durch Chlorit ersetzt, und das grünliche Gestein wird dann seiner Färbung wegen besonders geschätzt.

Körniger Granulit oder Weifsstein ist wegen zu grofser Festigkeit zur Bearbeitung untauglich; dagegen liefert er vortreffliche rohe Mauer- und gute Chausseesteine.

Greisen ist zwar ein seltenes Gestein, durch seinen häufigen Zinngehalt aber doch von Wichtigkeit. Die Menge des letzteren ist durch Feinproben und Abschwemmen in einem flachen Gefäfse leicht zu ermitteln, da das Zinnerz weit schwerer ist als das übrige Gestein. — Das feine Gesteinpulver wird bei dieser Manipulation so lange mit Wasser eingerührt und stofsweise abgeschlemmt, bis nur der schwarze schwere Zinnsand zurückbleibt, zu dessen Wegschwemmung eine weit heftigere Bewegung und gröfsere Neigung des Gefäfses nöthig sein würde, als zu der der übrigen Gesteins-theile.

§. 370.

Mit der chemischen Zusammensetzung verhält es sich beim Granit sehr ähnlich wie beim Gneifs; sie ist durchaus abhängig von dem Vorherrschen und der besonderen Natur der einzelnen Gemengtheile. Denken wir uns eine Art Normalgranit, bestehend aus etwa 0,5 Orthoklas, 0,3 Quarz und 0,2 Kaliglimmer, so läfst sich daraus die allgemeine Zusammensetzung des Gesteins ungefähr so berechnen: 72 Kieselerde, 17 Thonerde, 11 Kali oder statt dessen etwas Natron oder Kalkerde; dazu enthalten aber alle Granite auch noch etwas Eisenoxyd. Durch Vorherrschen des Quarzes kann aber der Kieselerdegehalt bis auf 90 steigen und dagegen durch noch gröfseres Vorherrschen des Feldspathes der Thon- und Kaligehalt bis auf 30 und 20. Tritt aber neben dem Orthoklas auch Oligoklas oder Albit, neben dem Kaliglimmer auch Talk- oder Lithionglimmer auf, oder finden

sich andere stellvertretende oder accessorische Gemengtheile ein, so kann durch alle diese Umstände natürlich jene normale Zusammensetzung so wesentlich geändert werden, daß man aus der bloßen Analyse niemals den Granit als solchen erkennen würde, zumal da seine Zusammensetzung höchst ähnlich ist mit der des Gneisses und vieler Quarzporphyre. Es ist deshalb auch hier nicht für jeden besonderen Fall, in welchem etwas darauf ankommt, eine neue Analyse nöthig.

§. 371.

Durch Verwitterung zerfällt der Granit gewöhnlich zunächst in Granitgrus, welcher aus einzelnen Körnern von Quarz, etwas zersetztem Feldspath und Glimmerblättchen besteht. Dieser Grus ist ein gutes Schuttmaterial für Fußwege.

§. 372.

Je feldspathreicher der Granit ist, desto leichter verwittert er und desto fruchtbarer zeigt sich der aus ihm entstandene Thon- oder Lehm Boden. Quarz und zum Theil auch Glimmer bleiben ziemlich unzersetzt als Körner und Schüppchen darin liegen, wodurch die nöthige Lockerheit hervorgebracht wird. Vieler Granit zersetzt sich sehr ungleich, so daß einzelne Knollen und Blöcke davon in der verwitterten Bodenkrume übrig bleiben; sind diese sehr groß, so können sie dem Feldbau hinderlich werden und müssen dann wo möglich ausgegraben oder tiefer versenkt werden; für die Holzzucht sind sie dagegen in mancher Beziehung, besonders an steilen Bergabhängen, nützlich, da sie die vegetabilischen Abfälle vor dem Wegführen durch Wasser oder Wind schützen und zwischen sich den Boden feucht erhalten. Aehnlich wie Granit verhalten sich auch Protophin, Greisen und Granulit.

§. 373.

42. Syenit, ein krystallinisch körniges Gemenge aus Feldspath, Hornblende und meist auch etwas Quarz. Der Feldspath ist Orthoklas oder Oligoklas; manchmal ist außer dem Quarz auch noch etwas Glimmer beigemischt, wodurch der Uebergang in Granit vollständig wird. Accessorisch finden sich außerdem im Syenit am häufigsten ganz kleine

Titanitkrystalle, seltener Chlorit, Epidot, Zirkon, Eisenkies. Der meiste Syenit hat, je nachdem Feldspath oder grüne Hornblende vorherrscht, ein braunrothes oder grünliches Ansehen. Man kennt von ihm weit weniger Textur- und Mengungsvarietäten, als vom Granit. Die wichtigsten sind folgende:

- a) Gemeiner Syenit, von mittlerem Korn, mit wenig oder gar keinem Quarz.
- b) Porphyrartiger Syenit, mit großen Feldspathkrystallen in einer mittelkörnigen Hauptmasse, gewöhnlich auch quarzhaltig.
- c) Syenitgneifs, oder etwas schieferiger Syenit.
- d) Granitsyenit, ein Uebergang in Granit durch Beimengung von Quarz und Glimmer.
- e) Zirkonsyenit, mit sehr viel Zirkon, eine nur in Norwegen bekannte seltene Varietät.
- f) Hypersthensyenit, mit Hypersthen statt Hornblende im Gemenge, kann eben so gut zu den Grünsteinen gerechnet werden.

Delesse fand in dem Syenit der Vogesen 17—20 Volumentheile Orthoklas, 30—36 Andesin (eine andere Feldspathart), 12—24 Hornblende und 25—29 Quarz, dabei accessorisch etwas Rutil, Sphen, Eisenoxydul, grünen Glimmer, Eisenkies und Epidot. Den Kieselerdegehalt dieser Gesteine bestimmte er zu 65—70 Procent. Die übrigen 30—35 Procent vertheilen sich demnach auf Thonerde, Talkerde, Kalkerde, Kali, Natron und Eisenoxydul.

§. 374.

Der Syenit ist in der Regel massig abgesondert, zuweilen mit Hinneigung zur Platten- oder Kugelform. Im Syenit wie im Granit kommen oft dunklere, zuweilen etwas schieferige Einschlüsse vor, welche wahrscheinlich von Bruchstücken durchbrochener Schiefergesteine herrühren. Er bildet meist eckigere Felsen als der Granit. Seine Lagerungsweise ist sehr analog der des Granites, nur tritt er seltener in Gängen oder gangförmigen Ausläufern auf, wie er denn überhaupt seltener vorkommt als Granit. Auch die Gänge, die die größeren Syenitmassen durchsetzen, sind nicht, wie beim Granit, etwa andere Syenitvarietäten, sondern in der Regel bestehen sie aus Granit. Nirgends hat man ihn Flötzformationen durchsetzend beobachtet.

§. 375.

Man kennt den Syenit in Deutschland nur in Gebirgsgegenden, so z. B. im Odenwalde und im Thüringer Walde in

Granit übergehend, ebenso bei Redwitz im Fichtelgebirge; etwas reiner und selbständiger in den Gegenden von Dresden, Meissen und Moritzburg.

§. 376.

Syenit verhält sich rücksichtlich seiner Anwendung im Ganzen sehr ähnlich dem Granit, nur ist er gewöhnlich etwas fester; sein specifisches Gewicht ist = 2,5 bis 3,0. Bei Dresden wird er zu regelmässigen parallelepipedischen Pflastersteinen gehauen, wozu er sich durch seine Festigkeit sehr eignet. — Viele alte morgenländische Bau- und Bildwerke bestehen aus Syenit. Auch die sogenannte Riesensäule am Melibokus ist aus einem grossen Syenitblock gearbeitet.

§. 377.

Syenit (besonders der grobkörnige) verwittert gewöhnlich noch schneller als Granit, da auch die Hornblende, wie der Feldspath, sich leicht zersetzt. Der daraus entstehende Boden ist gewöhnlich ein eisenschüssiger Lehm Boden von grosser Fruchtbarkeit. Feldspath und Hornblende enthalten beide vielerlei Bestandtheile, welche von den Pflanzen als Nahrung aufgenommen werden; zudem bewirkt der noch nicht zersezte, mit dem Boden gemengte Grus Lockerheit und Luftwechsel. Da die Verwitterung des Gesteines, wie beim Granit, der eigentlichen Bodenbildung voraussetzt, so ist auch der Untergrund des Syenit- und Granitbodens meist mürbe und für Luft und Feuchtigkeit zugänglich.

I. Grünsteine.

§. 378.

Die Grünsteine sind körnige bis dichte, zuweilen porphyrartige oder etwas schieferige, zuweilen blasige oder mandelsteinartige Verbindungen von Feldspath und Hornblende, oder Feldspath und Augit, und zwar scheint der Feldspath in denselben nie Orthoklas, sondern stets Albit, Oligoklas oder Labrador zu sein; es ist jedoch bei diesen meist feinkörnigen oder dichten Gesteinen überhaupt sehr schwierig, die einzelnen Gemengtheile sicher zu erkennen; namentlich ist es oft ganz unmöglich, ohne sehr sorgfältige Analysen die Hornblendeverbindungen von den Augitverbindungen zu

unterscheiden. Da nun überdies auch die Varietäten dieser beiderlei Verbindungen, sowie ihre Absonderungs- und Lagerungsverhältnisse ganz dieselben sind, so wird man sich in vielen Fällen genöthigt sehen, von allen feineren, durch die mineralogisch ungleiche Zusammensetzung bedingten Trennungen abzusehen und diese Gesteine allgemein als Grünsteine zu bezeichnen. Für den Forst- und Landwirth oder Techniker erwächst übrigens daraus, soviel sich bis jetzt übersehen läßt, durchaus kein Nachtheil, sondern im Gegentheil die Bequemlichkeit der einfacheren Nomenclatur; er wird in der Regel nur nöthig haben, die Grünsteine überhaupt und ihre in die Augen fallenden Texturvarietäten als solche zu unterscheiden, ohne von Diorit, Diabas, Gabbro, Gabbroit u. s. w. zu sprechen. Wichtiger ist es allerdings, die anhangsweise hierzu gerechneten Serpentine und Eklogite als solche zu trennen, das ist aber auch wieder ziemlich leicht.

§. 379.

43. Grünstein ist also ein krystallinisch-körniges, schieferiges oder dichtes Gemenge aus Hornblende oder Pyroxen (Augit) und Feldspath (Albit, Oligoklas oder Labrador). Die Hornblendegrünsteine mit Albit hat man Diorit genannt, die Pyroxengrünsteine mit Oligoklas oder Labrador Diabas oder Hypersthenfels, die sehr grobkörnigen Gabbro (oder Gabbroit) und die dichten Aphanit. Accessorisch treten darin zuweilen auf: Glimmer, Talk, Epidot, Quarz, Appatit, Titanit, Rutil, Magneteisenerz, Eisenkies oder Magnetkies. Das Gestein ist am häufigsten so feinkörnig, daß man die einzelnen Gemengtheile schwer unterscheiden kann, und erscheint durch das Vorwalten von Hornblende oder Pyroxen dunkelgrün bis schwarz. Eben wegen der Feinkörnigkeit ist es, wie gesagt, gewöhnlich schwer, die Hornblende vom Pyroxen (den Diorit vom Diabas) zu unterscheiden, was im dichten Grünstein (Aphanit) ohne sehr genaue Analyse ganz unmöglich ist. Gewöhnlich, aber nicht immer, ist allerdings der Diorit mehr lauchgrün, der Diabas mehr schwarzgrün bis schwarz. Auch enthält nur der Diorit, nie der Diabas, zuweilen Quarz als accessorischen Gemengtheil.

§. 380.

Der Diorit ist ferner zuweilen sehr schwer vom Syenit zu unterscheiden, da in ihm wesentlich nur die Feldspathart eine andere ist. Gewöhnlich ist jedoch der Diorit feinkörniger als der Syenit und durch Vorwalten der Hornblende dunkler; auch enthält ersterer seltener Titanit, häufiger Magnet- oder Eisenkies. Seine Absonderung ist selten so grossmassig als gewöhnlich die des Syenites, häufiger kleineckig, knollig, kugelig oder sogar säulenförmig. Er tritt nicht in so zusammenhängenden Gebieten auf, wie der Syenit, ist vielmehr meist zwischen Thonschiefer oder Grauwackengesteine stock-, lager- oder gangförmig eingebettet, was beim Syenit wohl nie der Fall ist. Endlich verwittert er gewöhnlich etwas anders als dieser, indem dabei die Hornblende, als schwerer zerstörbar als der Albit, an der Oberfläche hervortritt und sie rauh macht, während der Syenit meist in Grus zerfällt.

§. 381.

Der Diabas ist dagegen oft dem Dolerit sehr ähnlich, von dem er sich wesentlich wieder nur durch die andere Feldspathspecies unterscheidet, und auch dadurch nicht immer, da Manches, was wegen der übrigen Verhältnisse zum Diabas gerechnet wird, aus Augit und Labrador besteht. Indessen enthält der Diabas nie Olivin wie der Dolerit so häufig, gewöhnlich auch nicht so viel Magnetisenerz. Der Diabas ist meist grünlichschwarz, der Dolerit grauschwarz. Dazu kommt ferner das höhere geologische Alter des Diabases, welcher, wenigstens in Deutschland, nie neuere Formationen als das Rothliegende durchsetzt, was der Dolerit sehr häufig thut.

§. 382.

Der dichte Grünstein oder Aphanit endlich zeigt oft eine sehr grosse Aehnlichkeit mit dem Basalt und kann leicht damit verwechselt werden. Das Unterscheidende für ihn ist der Mangel an Olivin, die gewöhnlich etwas grünliche Färbung, die seltenere regelmässige Absonderung (der Basalt ist meist säulenförmig) und das höhere geologische Alter, er durchsetzt, wie alle Grünsteine, in Deutschland keine neuere Flötzbildung als das Rothliegende.

§. 383.

In den dichten Grünsteinen, seltener in den feinkörnigen, treten zuweilen Krystalle von Albit, Hornblende oder Pyroxen porphyrartig hervor, und man nennt dieselben dann Grünsteinporphyr, oder je nach der übrigen Beschaffenheit Aphanitporphyr, Dioritporphyr, Diabasporphyr, auch wohl Augitporphyr.

Die dichten Varietäten sind ferner oft blasig oder mandelsteinartig: blasiger Grünstein oder Grünsteinmandelstein. Die Blasenräume des letzteren sind mit Kalkspath, Grünerde, Chalcedon, Achat oder Zeolith erfüllt.

Verhältnismäfsig am seltensten kommen die grobkörnigen Grünsteinvarietäten vor, welche man unter der Benennung Gabbro (oder Gabbroit) zusammenzufassen pflegt. Sie gehören meist zu den Pyroxengemengen, ihr Pyroxen ist Diallag oder Hypersthen, ihr Feldspath ist Labrador oder dichter, sogenannter Saussurit, so dafs nur der Hypersthen oder Diallag sehr krystallinisch hervortritt.

§. 384.

Alle diese Varietäten, sowohl die hornblende- als die pyroxenhaltigen, sowohl die körnigen als die dichten, porphyrartigen, blasigen und mandelsteinartigen, finden sich häufig zusammen und zuweilen etwas schieferig als Grünsteinschiefer, oder specieller, als: Dioritschiefer, Diabasschiefer, Aphanitschiefer, Gabbroschiefer.

Endlich kommen alle Grünsteine auch sehr zersetzt, fast erdig vor und werden dann Wacke oder Grünsteinwacke genannt, welche wieder zuweilen als Walkerde auftritt oder in Grünsteintuff übergeht.

§. 385.

Die wichtigsten, aber nicht immer unterscheidbaren Grünsteinvarietäten sind also, um es kurz zu wiederholen, folgende:

- a) Diorit aus Hornblende und Albit oder Oligoklas.
- b) Dioritschiefer.
- c) Dioritporphyr.
- d) Diabas, aus Pyroxen und Labrador oder Oligoklas (Hyperit, Hypersthenfels).
- e) Diabasschiefer.
- f) Diabasporphyr.

- g) Aphanit, die vorigen Gemenge dicht.
- h) Aphanitschiefer,
- i) Aphanitporphyr.
- k) Blasiger Aphanit.
- l) Aphanitmandelstein.
- m) Gabbro, grobkörnig, aus Diallag und Labrador oder Sausurit.
- n) Grabroschiefer.

§. 386.

Brauchbare Analysen einiger dieser Gesteine hat nur erst ganz neuerlich Delesse in großer Zahl geliefert, z. B.:

Der Diorit von Pont-Jean in den Vogesen besteht aus 53 Feldspath und 47 Hornblende und enthält:

	im Feldspath	in der Hornblende
Kieselerde	53,6	50,0
Thonerde	28,6	8,9
Chromoxyd	—	0,2
Eisenoxyd	0,9	(Protoxyd) 9,5
Manganoxyd	Spuren	(Protoxyd) 0,2
Kalkerde	6,3	11,4
Talkerde	1,5	18,0
Natron	4,1	0,8
Kali	2,8	0,0
Verlust	2,5	0,5

Der Diorit von Faymont in den Vogesen enthält:

	im Feldspath (Andesit)	in der Hornblende
Kieselerde	59,3	41,9
Thonerde	25,5	11,8
Eisenprotoxyd	—	22,2
Kalkerde	6,5	9,5
Talkerde	—	12,5
Kali und Natron	7,3	1,3
Verlust	1,2	0,4

Der Diorit von Fondrome in den Vogesen enthält:

Kieselerde	48,5
Thonerde	17,1
Eisenprotoxyd	16,2
Manganprotoxyd	Spuren
Kalkerde	7,9
Talkerde	6,1
Natron	2,2
Kali	1,0
Verlust	0,8

Der glimmerhaltige Diorit von Clefey in den Vogesen besteht aus:

Kieselerde	48,9
Thonerde	18,5
Chromoxyd	Spuren
Eisenprotoxyd	11,9
Manganprotoxyd	0,5
Talkerde	9,7
Kalkerde	5,5
Natron	2,3
Kali	1,3
Verlust	1,4

Der Aphanit von Saint-Bresson in den Vogesen besteht aus:

Kieselerde	46,8
Thonerde und Eisenprotoxyd	30,3
Manganprotoxyd	Spuren
Kalkerde	9,5
Talkerde	6,9
Natron	3,6
Kali	0,9
Verlust	2,0

Der Euphodit (Gabbro) von Odern in den Vogesen besteht vorherrschend aus Feldspath (Labrador und Andesit) und Diallag, enthält aber dabei auch Eisenoxydul, Eisenkies, Talk, Serpentin, Karbonate u. s. w. Sein Feldspath und Diallag zeigten folgende Zusammensetzung:

	im Feldspath	im Diallag
Kieselerde	55,2	49,3
Thonerde	24,2	5,5
Chromoxyd	—	0,3
Eisenper- u. Eisenprotoxyd	1,1	9,4
Manganprotoxyd	—	0,5
Kalkerde	6,9	15,4
Talkerde	1,5	17,6
Natron	4,8	—
Kali	3,0	—
Verlust	2,9	0,9

Der Euphodit (Gabbro) vom Mont-Genèvre (Hautes-Alpes), bestehend aus Diallag, Amphibol, Feldspathteig, etwas Ser-

pentin, Talk und Eisenkies, zeigte im Ganzen folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	45,0
Thonerde und Eisenperoxyd	26,8
Kalkerde	8,5
Talkerde, Natron und Kali	13,9
Wasser und Kohlensäure	5,8

§. 387.

Die Grünsteine treten im Allgemeinen nicht in so ausgedehnten Gebieten auf wie die Granite, sie bilden vielmehr vorherrschend kleinere stock- oder unregelmäßig gangförmige Massen, die in Schiefergesteinen häufig lagerartig, der Schiefertextur theilweise parallel erstreckt sind. Ihre Erscheinung an der Oberfläche ist meistentheils eine kuppige, besonders dann, wenn ihre Massen zwischen anderen Gesteinen isolirt hervortreten, die sie oft als etwas festere Berg- oder Felskuppen überragen. Sehr bemerkenswerth ist es noch, daß die Grünsteine durchaus am häufigsten im Gebiete des Thonschiefers oder der Grauwackengebilde auftreten, seltener in krystallinischen Schiefen, in Granitgebieten und in den Gliedern der Kohlengruppe. Zwischen noch neueren Flötzformationen vom Zechstein aufwärts, sind sie in Deutschland, als später eingedrungen, gar nicht bekannt.

§. 388.

Sehr vielfach durchsetzen die Grünsteine das Grauwackengebiet des Harzes, ebenso die alten Thonschiefer und die Grauwackengebilde nördlich vom Fichtelgebirge (so im Voigtlande); von da aus erstrecken sie sich mit dem Thonschiefer und der Grauwackenformation, wenn auch vereinzelter, durch ganz Sachsen; in der Oberlausitz finden sie sich ausnahmsweise ziemlich häufig im Granitgebiete. In Schlesien, wie in Böhmen und Mähren, sind sie vorherrschend an das Auftreten der Grauwackengesteine gebunden, und ebenso am Mittelrhein, wo sie am häufigsten im Naussauischen gefunden werden. Im nordwestlichen Thüringer Walde, wie in dem Steinkohlengebiete südlich vom Hundsrück treten sie mit etwas abweichender Beschaffenheit zwischen den Schichten der Kohlenformation und des Rothliegenden hervor. Man hat sie

in diesen Gegenden oft zum Melaphyr gerechnet oder mit dem sehr unbestimmten Namen Trapp bezeichnet. Es ist indessen nicht unwahrscheinlich, daß die allgemeinen kleinen Verschiedenheiten zwischen den Grünsteinen der Thonschiefer- und Grauwackengebiete, der Granitgebiete und der Gebiete der Kohlengruppe eigentlich nur von der Ungleichheit des von ihnen durchsetzten Nebengesteines herrühren.

§. 389.

Die Grünsteinvarietäten sind zur Bearbeitung als Bausteine in der Regel zu fest und zu vielfach zerklüftet. Dagegen liefern sie gute rohe Mauersteine, besonders die schieferigen, und die nichtschieferigen auch vortreffliche Chauseesteine. Ihr specifisches Gewicht ist = 2,7 bis 3,0. Einige Grünsteinvarietäten werden zur Verarbeitung als geschliffene Steine sehr gesucht, so namentlich der *Porfido verde antico*, ein Grünsteinporphyr mit schönen weißen oder grünen Feldspathkrystallen, und der corsikanische Kugelfels, ein compacter Grünstein mit kugelförmigen Aussonderungen im Inneren. Einen anderen, augitischen Grünstein (Diabas) hat man früher im Fichtelgebirge viel zur Glasschmelzung verwendet, um daraus schwarze gläserne Knöpfe herzustellen, weshalb man denselben in jenen Gegenden Patterlestein nennt. Ganz dichte basaltähnliche Varietäten (Aphanit) können auch als Probirsteine benutzt werden.

§. 390.

Die verschiedenen Grünsteinvarietäten verwittern meist ziemlich schwer, da sowohl ihr Feldspath (Albit) als ihre Hornblende etwas anderer Natur sind als im Granit und Syenit. Ist die Verwitterung einmal weit genug vorgeschritten, so ist der daraus entstandene eisenhaltige Lehm Boden selbst meist sehr fruchtbar, der Untergrund bleibt jedoch gewöhnlich fest und unzugänglich für die Pflanzen. Noch fruchtbarer als die körnigen, dichten oder schieferigen Grünsteine zeigen sich die mandelsteinartigen. Wacke (zersetzter Grünstein) bildet einen eben so fruchtbaren und meist tiefgründigeren Boden als die Grünsteine selbst.

Anhang zu den Grünsteinen.

§. 391.

Der Hauptgrund, warum ich nachstehende Felsarten anhangsweise zu den Grünsteinen rechne, ist ihr ähnliches, formales Auftreten, während sie auch mineralogisch mit denselben verwandt sind. Sie bilden nämlich, wie die Grünsteine, gewöhnlich untergeordnete Massen oder Gänge, jedoch vorherrschend nicht im Thonschiefer oder in Grauwackengesteinen, sondern gewöhnlich zwischen krystallinischen Schiefern oder granitischen Massengesteinen.

§. 392.

44. Serpentin, ist ein dichtes, meist schneidbares und fettig anzufühlendes Gestein. Gewöhnlich dunkelgrün oder braun, oft geflammt oder geadert. Zuweilen porphyrartig durch Pyroxen, außerdem accessorisch enthaltend: einaxigen Glimmer, Talk, Strahlstein, Diaklas, Broncit, Periklin oder Magneisenerz. Sehr oft von feinen Talk-, Chlorit- oder Pikrolithadern durchzogen. Obwohl man Serpentin auch als ein einfaches Mineral unterscheidet, so scheint der als Felsart auftretende doch in der Regel nur durch Umwandlung aus Grünstein, Granit, Granulitschiefer oder Eklogit entstanden zu sein. Der Serpentin ist am häufigsten unregelmäßig knollig abgesondert, zuweilen jedoch auch platten- oder säulenförmig. Sehr charakteristisch sind für denselben gewöhnlich die vielen krummen, glatten, wie polirten oder mit Fett geschmier-ten Kluftflächen, von denen er nach allen Richtungen durchzogen ist. Sein specifisches Gewicht ist = 2,4 — 2,6. Seine wichtigsten Fundorte in Deutschland sind: Zöblitz, Siebenlehn, Böhringen und Waldheim in Sachsen, Reichenstein in Schlesien, Werlitz, Schwarzenstein und Zell im Fichtelgebirge, die Baste am Harz, Einsiedel bei Karlsbad.

§. 393.

Der Serpentin dient zu vielerlei Bearbeitungen. Man drechselt daraus Dosen, Teller, Leuchter, Pfeifenköpfe, Briefbeschwerer, Reibschalen, Wärmesteine u. s. w., und namentlich ist er zu den letzteren als mittlerer Wärmeleiter ganz besonders geeignet. Sein Verhalten gegen die Wärme macht

ihn auch zu Ofengestellen, Heerd- und Brandmauern sehr brauchbar. Früher wurde er häufig auch zu Bauornamenten und selbst zu Statuen verwendet. Ausgezeichnet schöne Säulen, Kamine, Tischplatten und dergl. aus dem prachtvollen Serpentin von Lizard-heat in Cornwall waren auf der Londoner Weltausstellung zu finden.

§. 394.

Serpentin verwittert schwer und zerfällt nach und nach in einen der Vegetation nicht günstigen, talkigen Boden; dazu sind seine Zerklüftungs- und Oberflächenverhältnisse in der Regel von der Art, daß sie einen trockenen und warmen Standort hervorbringen (Fichtelgebirge). Gewöhnlich kann man schon aus einiger Entfernung die kahlen, gerundeten, nur hie und da felsigen, kleinen Serpentin-kuppen als solche unterscheiden, die meist durch eine eigenthümliche, dürftige Rasenvegetation ein gelblich-graugrünes Ansehen erhalten.

§. 395.

Die chemischen Untersuchungen jener reinen Serpentin-varietäten, welche man vorzugsweise als ein selbständiges Mineral anzusehen pflegt, haben nach Scheerer's Zusammenstellung ergeben: 40 — 43 Kieselerde, 40 — 44 Talkerde, 0 — 2,3 Kalkerde, 0 — 2,3 Thonerde, 1 — 4 Eisenoxydul, 0 — 2 Mangan, 12 — 21 Wasser, und 0 — 1,3 Bitumen und Kohle. Davon weichen aber viele der in großen Massen als Gestein auftretenden Serpentine offenbar sehr ab.

§. 396.

45. Eklogit (Omphacitfels), ein schönes, aus grasgrünem Smaragdit (oder Strahlstein) und porphyrartig eingewachsenen, rothen Granatkrystallen bestehendes Gestein, oft etwas schieferig. Accessorisch enthält es zuweilen etwas Kyanit, Glimmer und Quarz.

Dieses sehr eigenthümliche Gestein bildet isolirte, flache, auch wohl etwas felsige Bergkuppen in dem krystallinischen Schiefergebiete des Fichtelgebirges und kommt auch sehr schön an der Bacheralpe in Steiermark und an der Saualpe in Kärnthen vor.

§. 397.

Die Eklogitkuppen des Fichtelgebirges sind meist bewaldet; über besondere Bodenwirkung fehlen Beobachtungen. So schön auch die Bruchstücke dieses Gesteins in Sammlungen sich ausnehmen, so läßt es sich doch als Zierstein nicht füglich verwerthen, da es keine gute Politur annimmt.

§. 398.

Ferner mögen hier anhangsweise noch folgende Gesteine berücksichtigt werden:

- a) Hornblendefels (Amphibolith), ein krystallinisches oder dichtes, wesentlich nur aus Hornblende bestehendes Gestein; kommt ziemlich selten vor. Natürlich geht dasselbe durch Aufnahme von Feldspath in Syenit oder Diorit und durch Schiefertextur in Hornblendeschiefer über.
- b) Kersanton haben französische Geologen ein Gestein genannt, welches in der Bretagne häufig vorkommt und wesentlich aus Hornblende und Glimmer besteht, denen aber oft etwas Feldspath beigemischt ist. Es soll vortreffliche Bausteine liefern, aus welchen viele alte Kirchen erbaut sind.
- c) Kalkdiabas hat Naumann ein jedenfalls zu den Grünsteinen zu rechnendes Gestein genannt, welches in feinkörniger oder dichter Grünsteingrundmasse (die stets augitisch zu sein scheint) kleine, rundliche oder auch eckige Körner von Kalkspath oder Braunspath enthält, die offenbar nicht Ausfüllungen von Blasenräumen sind. Wittern diese Kalkspathkörner aus, so erscheint das Gestein löcherig, aber die Löcher sind nicht so rund wie die eines blasigen Gesteines. Bei Berneck im Fichtelgebirge kommt dieses dem Schalstein sehr ähnliche und verwandte Gestein ziemlich häufig mit anderen Grünsteinen zusammen vor, die hier den Grauwackenschiefer vielfach durchschwärmen.
- d) Granatfels, ist ebenfalls als ein Anhängsel der Grünsteine zu betrachten, aus denen er durch Ueberwiegen des accessorischen Granatgehaltes hervorgeht, so am Teufelsstein bei Schwarzenberg in Sachsen.
- e) Erlan, welcher z. B. am Paulsknochen bei Schwarzenberg in Sachsen im Glimmerschiefer auftritt, scheint ein inniges Gemenge von Grünstein und Kalkstein zu sein.
- f) Erzführende Grünsteine. Einige Grünsteine enthalten so ungemein viel Magneteisenerz, Eisenkies, Kupferkies, auch wohl Zinnerz, Zinkblende und Bleiglanz beigemischt, daß man sie deshalb erzführende Gesteine genannt hat. In ihnen ist zuweilen

die Hornblende durch Strahlstein vertreten; auch enthalten sie meist viel Granat, gehen sogar in Granatfels oder in Magneteisenstein mit Granat über. Diese erzführenden Grünsteine gewinnen in Deutschland nirgends eine große Ausdehnung, sie bilden vielmehr nur Gänge oder Lagergänge in Schiefergesteinen, z. B. im Glimmerschiefer bei Schwarzenberg in Sachsen, wo sie in der Regel mit ähnlichen Gängen von körnigem Kalkstein und Dolomit zusammen vorkommen und bergmännisch abgebaut werden. Bei Reichenstein in Schlesien ist es der Serpentin, welcher auf eine ähnliche Weise sich erzhaltig zeigt.

K. P o r p h y r e.

§. 399.

Das Gemeinsame für alle Porphyre ist die Felsitgrundmasse. Sie besteht aus einem innigen, dichten und daher scheinbar gleichartigen Gemenge von Feldspath, etwas Quarz und zuweilen auch etwas Glimmer und kann demnach als ein dichter Zustand desselben Mineralgemenges angesehen werden, welches manche Granite bildet. Zuweilen läßt sich mit bewaffnetem Auge sogar die feine Mengung dieser Grundmasse erkennen, gewöhnlich ist dieß jedoch nicht möglich. Früher glaubte man, diese Grundmasse sei bei einigen Porphyren Hornstein, bei anderen dichter Feldspath und bei noch anderen Thonstein oder Thon, und nannte diese Gesteine danach Hornstein-, Feldstein- und Thonstein- oder Thonporphyre. Gerhart hat zuerst gezeigt, daß dieß nicht der Fall ist und daß diese Grundmasse stets aus einem vor dem Löthrohre schmelzbaren Gemenge von viel Feldspath mit etwas Kiesel und zuweilen Glimmer besteht, während allerdings der Gehalt an Kiesel ungleich ist und hierdurch, sowie durch den mehr oder minder zersetzten Zustand jene Verschiedenheiten bedingt werden, welche man seitdem in ihrer Ungleichheit Felsit zu nennen pflegt. In dieser Grundmasse treten nun Krystalle oder krystallinische Körper von Feldspath (Orthoklas, Oligoklas oder Albit), Quarz, Glimmer und Hornblende auf, und durch das alleinige oder Zusammenkommen eines, zweier oder selbst dreier dieser Minera-

lien in der dichten Grundmasse werden verschiedene Arten von Porphyr bedingt, die man Granitporphyr (Syenitporphyr), Quarzporphyr, Glimmerporphyr, Hornblendeporphyr, Feldspathporphyr u. s. w. genannt hat, während zuweilen auch die Grundmasse für sich allein, ohne Krystalle darin, als Gestein auftritt und dann Felsitfels oder Petrosilex genannt wird.

§. 400.

Alle diese Porphyre lassen sich nicht unpassend auch noch in quarzführende und quarzfreie eintheilen, welche jedoch natürlich ebenso Uebergänge in einander bilden, wie die eben unterschiedenen Arten, denn die Quantität der in der Grundmasse auftretenden Krystallkörner ist sehr ungleich, sie nimmt für jedes einzelne Mineral bis zum gänzlichen Verschwinden ab, während dasselbe ebensowohl ganz überwiegend auftreten kann. Es ist wahrscheinlich, dafs in den quarzführenden Porphyren in der Regel auch die Grundmasse kieselreicher ist als in den quarzfreien, und dafs sie bei jenen aus Orthoklas und Kiesel, bei diesen aus Oligoklas oder Albit und Kiesel gemengt ist. Auch ist dieselbe bei den quarzführenden Porphyren vorherrschend röthlich (gelbroth oder braunroth) gefärbt, bei den quarzfreien vorherrschend bräunlich, schwarzbraun oder violbraun, daher auch die Benennungen rother und brauner oder schwarzer Porphyr.

Anhangsweise rechne ich hier zu den Porphyren auch die Pechsteine.

§. 401.

Die Porphyre, besonders die quarzführenden, sind zwar zum Theil nur eine Modification oder Texturvarietät der Granitgesteine, dennoch berechtigt die abweichende Art ihres Auftretens, sie in eine besondere Abtheilung zusammenzufassen. Sie bilden nämlich nicht leicht so grofse zusammenhängende Gebiete wie die Granitgesteine und treten häufiger als diese in isolirten Gängen zwischen Schiefergesteinen auf. Auch ihr geologisches Alter scheint im Allgemeinen ein etwas jüngeres zu sein als das der Granite, obwohl sicher in einzelnen Fällen auch das umgekehrte Verhältnifs stattfindet.

Die Porphyre durchsetzen in Deutschland zuweilen noch das Rothliegende; noch jüngere kennt man hier nicht. Manchmal sind die quarzfreien mit blasigen oder mandelsteinartigen Varietäten oder mit Tuffbildungen verbunden.

§. 402. Die eruptive Entstehung der Porphyre ist nach ihrer ganzen Lagerungsweise unzweifelhaft, und viele besondere Erscheinungen sprechen auch dafür, daß sie wie Laven in heifsflüssigem Zustande empordrangen und dann erstarrten, obwohl die mineralogische Zusammensetzung der quarzführenden Porphyre damit nur schwer zu vereinigen ist. An den Grenzen enthalten dieselben häufig Bruchstücke der durchbrochenen Gesteine und gehen dadurch vollständig in Reibungsconglomerate über.

§. 403. Auch die Porphyre treten, wie alle älteren Eruptivgesteine, vorzugsweise in Gebirgsgegenden, seltener in Niederungen, auf, so z. B. im nordwestlichen Theile des Thüringer Waldes, im Erzgebirge und in dessen nördlichen Vorbergen bis nach Wurzen hinab, bei Halle, bei Ilfeld am Harz, in den Lennegegenden, am Kaiserstuhl in Rheinbaiern, im Odenwalde und Schwarzwalde, bei Botzen in Tyrol und vielfach in Böhmen, Mähren und Schlesien.

§. 404. **46. Granitporphyr**, ist eine dichte oder ganz feinkörnige Felsitgrundmasse mit Krystallen von Feldspath, Quarz und Glimmer. Durch Ueberhandnehmen dieser Krystalle geht das Gestein in Granit über, durch Verschwinden einzelner in andere Porphyrvarietäten. Dieses Gestein ist oft schwer vom Granit zu unterscheiden. Es findet sich z. B. bei Schletterhau und Altenberg in Sachsen, bei Niederschöna unweit Freiberg und bei Schmiedeberg im Thüringer Walde.

§. 405. Auch der meiste sogenannte Syenitporphyr ist hierzu zu rechnen, so der von Frauenstein, Altenberg und Wurzen, da das grüne Mineral, welches man lange für Hornblende gehalten hat, eigentlich nur ein grüner, chloritischer Glimmer ist. In diesem sogenannten Syenitporphyr ist zudem

oft auch die Grundmasse feinkörnig. Absonderung in der Regel massig. Die Benutzung und Bodenwirkung dieses ziemlich seltenen Gesteins fällt mit der des Quarzporphyrs zusammen.

§. 406.

47. Quarzporphyr (rother Porphyr, Felsitporphyr), ist unter allen Porphyrvarietäten die häufigste. Die dichte Felsitgrundmasse enthält Krystalle von Feldspath und Quarz. Die Grundmasse ist meist gelblich- oder bräunlichroth, wodurch das Gestein auch den Namen rother Porphyr erhalten hat; doch kommen auch bunte, grünliche, bläuliche, graue und weisse Varietäten vor, welche letztere gewöhnlich in einem Zustande der Zersetzung sind. Accessorische Gemengtheile (Chlorit, Pistazit, Granat, Pingnit und Eisenkies) treten in dem Gestein nur selten auf, dagegen zeigt es viele Variationen durch die Grösse und Häufigkeit der Krystalle, durch das Vorwalten der einen oder der anderen und durch die besondere Natur der Grundmasse. Zuweilen sind die Quarzporphyre bandstreifig aus lauter dünnen Lagen zusammengesetzt bis beinah schieferig (Mohorn bei Freiberg, Asbach am Thüringer Wald u. s. w.). Manchmal enthalten sie kugelförmige Ausscheidungen (Kugelporphyr), die im Innern radiale Textur, Chalcedon, Achat oder Quarzdrusen zeigen. Diese Kugeln schwanken zwischen der Grösse eines Hirsekornes und eines Menschenkopfes. Solche Kugelporphyre finden sich z. B. bei Friedrichsroda am Thüringer Wald und bei Marzell am Schwarzwald. Anderwärts ist die ganze Masse zellig und drufsig, wodurch das Gestein oft als Mühlstein anwendbar wird, z. B. die Mühlsteinporphyre bei Krahwinkel am Thüringer Walde und bei Morgenröthe unweit Eibenstock in Sachsen. Auch kommen Quarzporphyre vor, deren Grundmasse buntgefleckt und flaserig ist.

§. 407.

Früher unterschied man besonders die Quarzporphyre sehr gewöhnlich in Hornsteinporphyr, Feldsteinporphyr und Thonsteinporphyr, indem man, wie schon erwähnt, voraussetzte, daß die Grundmasse der ersteren aus Hornstein, die der zweiten aus dichtem Feldspath und die

der letzteren aus Thonstein bestehe. Genauere Untersuchung hat gezeigt, daß dies ein Irrthum war, denn bei allen diesen Varietäten ist die Grundmasse Felsit, der nur in den ersteren vielleicht mit etwas mehr Kieselerde gemengt und darum besonders hart und muschelrig im Bruch, in den letzteren dagegen etwas zersetzt ist. Wenn nun aber auch diese Unterscheidungen in dem Sinne, in welchem sie gemacht wurden, unrichtig waren, so hat die Trennung dieser Varietäten dennoch einigen namentlich technischen Werth, da dieselben sich ziemlich ungleich verhalten. Fast von selbst versteht es sich, daß die Quarzporphyre Uebergänge bilden in Granitporphyr und durch diesen in Granit, durch Aufnahme von Glimmer, in Feldspathporphyr und in Felsitfels durch Verschwinden der Krystalle. Die schieferigen und flaserigen Porphyrvarietäten scheinen aber sogar in Thonschiefer überzugehen. Es lassen sich daher, wenn man will, als Hauptvarietäten unterscheiden:

- a) Normaler Quarzporphyr, mit etwa gleichviel Feldspath- und Quarzkrystallen.
- b) Feldspathreicher Quarzporphyr.
- c) Quarzreicher Porphyr.
- d) Krystallarmer Porphyr, fast nur Grundmasse.
- e) Bunter Porphyr.
- f) Schaliger Porphyr.
- g) Kugelporphyr (Pyromerid).
- h) Mühlsteinporphyr.
- i) Breccienporphyr.
- k) Hornsteinporphyr.
- l) Feldsteinporphyr.
- m) Thonsteinporphyr.
- n) Schieferiger Porphyr.

§. 408.

Die von G. Leonhard in seiner Schrift über die quarzführenden Porphyre 1851 zusammengestellten Analysen ergeben folgende Bestandtheile:

Kieselerde	68 — 77	Procent.
Thonerde	9 — 15	„
Kalkerde	0,2 — 2	„
Talkerde	0,2 — 2	„
Kali	3 — 7	„

Natron	2	— 5 Procent,
Eisenoxyd	0,7 — 7	„
Manganoxyd	0	— Spuren
Wasser	0 — 1	„

In einem Quarzporphyr von Lessines in Belgien fand dagegen Delesse nur 57,6 Kieselerde mit 25 Thonerde und Eisenperoxyd, 3,23 Kalkerde, 9,92 Talkerde und Alkalien, 4,25 Wasser und Kohlensäure.

§. 409.

Der Quarzporphyr ist massig, kleineckig, säulenförmig, plattenförmig oder selbst kugelig abgesondert. Die Kluftflächen sind oft mit Dendriten aus Maganoxyd bedeckt. Das Gestein bildet unregelmässige Massen und lange schmale Gänge. Bemerkenswerthe Fundorte sind z. B. in Sachsen der Tharander Wald, die Gegenden von Liebstadt, Altenberg, Freiberg, Augustusburg, Schwarzenberg, Meissen, Grimma, Leisnig, Rochlitz, Wurzen, Altenburg; in Thüringen der ganze nordwestliche Theil des Thüringer Waldes, die Gegenden von Halle und Ilfeld; in Westphalen die Lennegegend; im Odenwald die Umgegend von Schriesheim; in Rheinbaiern und Rheinpreussen der Kaiserstuhl und die Gegend von Kreuznach; im Schwarzwald Baden-Baden und der südliche Theil des Gebirges; in den Alpen die Umgegend von Botzen; in Böhmen die Gegend zwischen Prag und Pilsen; in Schlesien die Gegend von Waldenburg.

§. 410.

Der Quarzporphyr liefert sehr gute rohe Bau- und Chausseesteine. Zu letzteren eignen sich namentlich einige Hornstein- und Feldsteinporphyre ganz besonders gut; sie lassen sich leicht in kleine Stücke schlagen, die aus ihnen gebauten Strafsen binden gut, halten sich trocken und fest und stauben nicht zu sehr. Das specifische Gewicht des Porphyrs ist = 2,4 bis 2,6. Zur Bearbeitung als Baustein ist der Porphyr im Ganzen nicht sehr geeignet, dagegen benutzt man an einigen Orten die regelmässige säulenförmige (Mohorn und Frankenberg in Sachsen) oder die ausgezeichnet plattenförmige Absonderung (Dürr-Reichenbach bei Dahlen in Sachsen) zu architektonischen Zwecken. Gewisse Varietäten sind von jeher wegen ihrer schönen Färbung und Zeichnung zu Säulen, Monumenten, Vasen und dergleichen gesucht worden; auch nimmt

das Gestein in der Regel eine sehr gute Politur an. Ein etwas poröser und durch viele Quarzkrystalle rauher Porphyr des Thüringer Waldes liefert weit gesuchte Mühlsteine, welche namentlich bei Krahwinkel gebrochen werden. Eine hierzu noch besser geeignete Porphyrvarietät wurde neuerlich im sächsischen Erzgebirge bei Tannenbergsthal aufgefunden; dieses poröse Gestein liefert Mühlsteine, welche in mancher Beziehung denen von Paris gleichkommen und nur etwas zu viel Eisenoxyd enthalten.

§. 411.

Der Quarzporphyr verwittert im Allgemeinen ziemlich schwer und bildet deshalb meist flachgründigen und steinigen Boden. Am leichtesten unter den Porphyrvarietäten verwittert noch der sogenannte Thonsteinporphyr, am schwersten der Hornsteinporphyr, obwohl die Grundmasse beider aus Feldspath besteht. Der aus der Verwitterung des Porphyrs entstehende Thon- oder Lehm Boden ist an sich fruchtbar, seine gewöhnliche Flachgründigkeit, sowie die zerklüftete Beschaffenheit des Untergrundes machen ihn aber zu trocken und warm. Deshalb und wegen der vielen Steine, die er gewöhnlich enthält, ist er mehr zu Wald- und Weincultur als zu Feldcultur geeignet.

§. 412.

48. Glimmerporphyr. Die dichte Felsitgrundmasse enthält Krystalle von Feldspath und Glimmer (keinen Quarz). Gewöhnlich ist bei diesem Gestein die Grundmasse auch dunkler als bei dem Quarzporphyr, braun bis fast schwarz gefärbt. Manche Varietäten desselben sind darum zuweilen schwarzer Porphyr oder Melaphyr genannt worden. Das Gestein ist öfters auch blasig oder mandelsteinartig und geht durch Verschwinden des Glimmers in Feldspathporphyr über.

§. 413.

Die Absonderung ist bei diesem Gestein häufiger massig oder grofsknollig als beim Quarzporphyr, seine Lagerungs- und Altersverhältnisse sind sehr analog mit denen des letzteren, doch scheint, wo beide zusammen vorkommen, der Quarzporphyr durchschnittlich etwas jünger zu sein als der Glimmerporphyr. Das im Vergleich zum Quarzporphyr viel seltenere

Gestein kommt z. B. mehrfach am Thüringer Walde vor, sehr schön bei Amt-Gehren, dann auch bei Zwickau in Sachsen. Seine Anwendung ist nur eine beschränkte, als Bau- und Straßenstein; der durch seine Verwitterung entstehende Boden scheint am Thüringer Walde im Allgemeinen fruchtbarer zu sein als der Boden des Quarzporphyrs.

§. 414.

Wohl nur eine Uebergangsform oder Varietät des Glimmerporphyrs ist das Gestein, welches man in der Gegend von Framont in Frankreich Minette genannt hat, und welches wieder als identisch anzusehen sein dürfte mit dem zwischen Metzdorf und Lippersdorf im Erzgebirge, welches Naumann Glimmertrapp genannt hat. In ihm herrscht, ohne daß das Gestein schieferig ist, der Glimmer durchaus vor, scheint aber doch stets mit Felsitgrundmasse gemengt zu sein.

§. 415.

49. Hornblendeporphyr. Die dichte, in der Regel wohl durch innige Beimengung von etwas Hornblende braune Felsitgrundmasse enthält Krystalltheile von Feldspath und Hornblende, letztere zuweilen nadelförmig auskrystallisirt, zuweilen etwas verflößt, keinen Quarz. Absonderung großmassig, kleineckig oder unregelmäßig säulenförmig mit sehr glatten Kluftflächen. Bildet große Gebiete, stockförmige Massen oder Gänge. Das Gestein ist verhältnismäßig ziemlich selten; sehr charakteristisch tritt es im Plauen'schen Grunde bei Dresden auf, am Eichberge, am Sauberge u. s. w. Man benutzt es als Bau- und Straßenstein; seine geringe Verbreitung läßt keine besonderen Eigenthümlichkeiten des Bodens erkennen.

§. 416.

Feldspathporphyr. Die dichte Felsitgrundmasse enthält nur Krystalle von Feldspath; verschwinden örtlich auch diese, so geht das Gestein in Felsitfels über, durch Aufnahme von Glimmer oder von Quarz natürlich in Glimmer- oder Quarzporphyr. Am Thüringer Walde kommt dieses Gestein nicht selten mit den anderen Porphyrarten zusammen vor, mit denen sein ganzes übriges Verhalten zusammenfällt.

§. 417.

50. Felsitfels (Petrosilex, Eurit z. Th.), ist die Grundmasse eines Porphyrs ohne Krystalle darin, d. h. ein dichtes, ganz vorherrschend oder nur aus Felsit bestehendes Gestein. Dieses ziemlich selten zwischen krystallinischen Schiefern oder in Verbindung mit wahren Porphyren vorkommende Gestein ist sehr fest, splitterig im Bruch, gelblich oder grünlichgrau von Farbe. In Sachsen findet es sich z. B. zwischen Gneifs an Bellmannsloos bei Tharand. Anwendung und Bodenwirkung unwichtig.

§. 418.

51 u. 52. Pechstein und Pechsteinporphyr. Dieses sehr eigenthümliche Gestein hat seinen Namen von dem durchaus pech- oder kolophoniumähnlichen Ansehen. Bruch muscheliger bis splitterig; Farbe schwarz, braun, roth, gelb, grün und blaugrau mit allen Zwischennuancen. An den Kanten durchscheinend. Zuweilen treten darin glasige Feldspathkrystalle (Ryakolit) porphyrartig auf, und dann nennt man das Gestein Pechsteinporphyr. Accessorisch finden sich in beiden Varietäten Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit oder Nephelin, außerdem sehr oft Kugeln von dichtem, porphyrartigem, oder innen Quarzdrüsen oder Chalcedon enthaltendem Felsit, von der Größe einer Erbse bis zu 10, 15, selbst 20 Fufs im Durchmesser. Vielleicht sind dieselben theilweise umgeschmolzene Porphyrbruchstücke, da der Pechstein und Pechsteinporphyr in der Regel stock- oder gangförmig zwischen Quarzporphyr hervortritt und im Grunde nur als glasiger Zustand eines Porphyrs angesehen werden muß, wie der Perlstein ein solcher des Trachytes ist. Auch andere Bruchstücke des Nebengesteines finden sich zuweilen darin, von Gneifs, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Steinkohle herührend.

§. 419.

In Sachsen kommt Pechstein vorzugsweise bei Meissen, bei Spechtshausen und bei Planitz unweit Zwickau vor; außerdem ist er in Deutschland kaum bekannt und jedenfalls technisch wie landwirthschaftlich unwichtig. Der ihm verwandte Perlstein gehört ungefähr ebenso zum Trachyt,

wie der Pechstein zu den Porphyren, findet sich aber in Deutschland gar nicht.

Die chemische Zusammensetzung des Pechsteins ist der des Quarzporphyrs so ähnlich, daß man ihn geradezu nur als einen glasigen Zustand desselben Materials anzusehen braucht; indessen zeichnet den Pechstein in der Regel sein größerer Wassergehalt und eine bituminöse Beimengung aus. Der Pechstein von Meissen besteht nach Erdmann und Thomson aus 73 — 75 Kieselerde, 11 — 13 Thonerde, 0,1 — 1 Kalkerde, 0,2 — 6 Natron (oder Natron und Kali), 0,1 — 0,8 Eisenoxyd, 0,4 — 4,7 Wasser und Spuren einer bituminösen Substanz.

L. Trachytgesteine.

§. 420.

Die Trachytgesteine zeigen einen so mannichfachen Charakter, daß sich nicht füglich allgemeine Eigenschaften derselben anführen lassen, außer allenfalls die Anwesenheit des glasigen Feldspathes, welchen man Sanidin genannt hat; aber auch dieser ist nicht in allen, wegen ihrer übrigen Verwandtschaft hierher zu rechnenden Gesteinen vorhanden oder deutlich zu erkennen. Glücklicher Weise sind sie für den vorliegenden Zweck alle von keiner großen Wichtigkeit, da sie in Deutschland zu den seltneren Erscheinungen gehören. Sie bilden isolirte Kegelberge und zusammenhängende Gruppen solcher Berge, sowie gangförmige Verzweigungen in andere, zum Theil sehr neue Gesteine, sowie selbst wahre Lavaströme. Sehr oft bilden sie die Basis von Vulkanen.

§. 421.

53. Trachyt. In einer krystallinischen, feinkörnigen, matten oder erdigen, felsitischen Grundmasse von geringer Härte, oft von etwas poröser und dadurch rauher Beschaffenheit, liegen gewöhnlich größere Krystalle von glasigem Feldspath und zuweilen auch von weißem Kalialbit. Accessorisch gesellen sich dazu oft noch dunkler, einaxiger Glimmer und Hornblende oder Augit, seltener Magnetisenerz, Titanit oder Quarz.

§. 422.

Es werden als Varietäten unterschieden:

- a) Granitähnlicher Trachyt (am Laager See).
- b) Gneifsähnlicher, etwas flaseriger Trachyt (Insel Pantellaria bei Sicilien).
- c) Schieferiger Trachyt, einen Uebergang in Phonolith bildend (im Velay).
- d) Feldspathreicher Trachyt, meist porphyrartig durch große Sanidinkrystalle, so am Drachenfels bei Bonn.
- e) Hornblendereicher Trachyt (Schemnitz in Ungarn).
- f) Porphyrähnlicher Trachyt, in Centralfrankreich und in Ungarn sehr häufig, auch bei Gleichenberg in Steiermark. Uebergehend in Trachytporphyr.
- g) Halbglasiger Trachyt, oft in Bimsstein übergehend (Schemnitz und Tokai in Ungarn).
- h) Domit, d. i. sehr zersetzter oder thonsteinartiger Trachyt (Puy de Dome in Centralfrankreich).

§. 423.

Wahrscheinlich wegen der sehr ungleichen Zusammensetzung des Trachytes sind noch keine recht vollständigen Analysen desselben gemacht worden. Abich's Untersuchungen beziehen sich vorherrschend nur auf seinen Kieselerdegehalt, welcher nach ihm 65 — 70 beträgt.

§. 424.

Der Trachyt bildet domförmige Berge und ist massig oder cylindrisch abgesondert. Er durchsetzt gangförmig sehr neue Ablagerungen und bildet sogar wahre Lavaströme. In Deutschland kennt man ihn charakteristisch beinahe nur im Siebengebirge, bei Bonn und unweit Gleichenberg in Steiermark, weit häufiger ist er in Ungarn und in Südfrankreich. Am Drachenstein und am Stenzelberg ist er früher sehr viel als Baustein gewonnen und auf dem Rheine verschifft worden; da er jedoch am Kölner Dom sich nicht gut bewährt hat, so zieht man ihm die benachbarte Nieder-Mendiger Lava jetzt als Baustein bei Weitem vor. Der Trachytboden ist sehr fruchtbar.

§. 425.

54. Trachytporphyr. Eine graue, grünliche oder röthliche Felsitgrundmasse enthält Krystalle von glasigem Feldspath und Quarz. Accessorisch gesellt sich dazu zuweilen auch brauner, einaxiger Glimmer. Die Trachytporphyre sind von den

anderen Porphyren oft kaum anders zu entscheiden, als durch ihr Zusammenvorkommen mit Trachyt. Sie zerfallen ebenfalls in quarzführende und quarzfreie, in thonsteinartige, drufsige (Mühlsteinporphyre) u. s. w., zeigen sich aber außerdem oft blasig und gehen in Perlstein über. Sie bilden massig abgesonderte Berge und Gänge in sehr neuen Formationen in Ungarn, auf den Liparischen Inseln u. s. w., nirgends in Deutschland.

§. 426.

55. Phonolith (Klingstein, Porphyrschiefer), ein dichtes, schieferiges, grünlich oder aschgraues, selten erdiges, scheinbar gleichartiges Gestein mit splitterigem Bruch. Oft porphyrartig durch glasige Feldspathkrystalle (Sanidin), außerdem accessorisch enthaltend: Nephelin, Hornblende, Augit, Titanit oder Magnetisenerz. Sehr charakteristisch für das Gestein sind noch: die scharf abgegrenzte weisse Verwitterungsrinde, welche fast alle Oberflächen überzieht, und der helle Klang beim Daraufschlagen (deshalb Klingstein).

Von Naumann werden folgende Varietäten unterschieden:

- a) Plattenförmiger Phonolith, dicht, in Platten oder Tafeln abgesondert, die häufigste Varietät.
- b) Porphyrartiger Phonolith, ohne schieferige Textur, regellos zerklüftet, mit Sanidinkrystallen in der dichten, oft sehr zersetzten Grundmasse (Aufsig in Böhmen).
- c) Trachytähnlicher Phonolith, meist hellfarbig, rauh, oft porös, undeutlich oder nicht schieferig, in Trachyt übergehend (Rhön).
- d) Gefleckter Phonolith, eine ziemlich seltene Varietät

§. 427.

Die Grundmasse des Phonolithes ist ein höchst inniges Gemenge aus einem in Salzsäure unauflöslichen, feldspathigen Minerale, welches in seiner Zusammensetzung dem Sanidin am nächsten kommt und aus einem in Salzsäure löslichen, zeolithartigen Minerale, welches gewöhnlich für Mesotyp oder Mosol gehalten wird, wahrscheinlich aber in verschiedenen Varietäten des Phonolithes auch etwas verschiedener Natur ist, besteht. Auch das Quantitätsverhältniß dieser beiden Bestandtheile schwankt, es ist sogar leicht möglich, daß es

Phonolithe ohne allen Zeolithgehalt giebt. In den bis jetzt untersuchten Arten fand man den Zeolithgehalt zu 18 — 55 Procent. Die böhmischen Phonolithe enthalten nach den Untersuchungen von Meyer und Plattner:

Kieselerde	51 — 57	Procent
Thonerde	16 — 21	„
Kalkerde	2 — 3	„
Talkerde	0 — 2	„
Natron	9 —	} 13 „
Kali	3 —	
Eisenoxyd	4 — 7	„
Wasser	5 — 13	„

§. 428.

Die Absonderung ist meist plattenförmig, zuweilen zugleich dick säulenförmig. Der Phonolith bildet in der Regel einzeln stehende Kegelberge, füllt aber ausserdem auch Gangspalten aus, die oft sehr neue Gesteine durchsetzen.

So zeigt er sich unter andern sehr häufig im böhmischen Mittelgebirge und in der Oberlausitz, an der Rhön und im Siebengebirge.

§. 429.

Der Phonolith bricht wegen seiner Absonderung gewöhnlich in dünnen Platten, die recht gute Mauersteine, besonders auch zu Wasserbauten, abgeben; grofse Platten davon werden als Deck-, Brücken- und Trottoirsteine verwendet; weniger geeignet ist derselbe wegen seiner schieferigen Textur zum Strafsenbau. In der Rhön und im südlichen Frankreich werden ganz dünne Phonolithplatten auch zum Dachdecken benutzt. — Sein specifisches Gewicht ist = 2,5 bis 2,7.

§. 430.

Der Phonolith wird durch Verwitterung gewöhnlich entfärbt; defshalb sind manche Phonolithberge mit einem ganz hellen thonigen Boden bedeckt. Die meisten derselben sind sehr fruchtbar, bei vielen aber herrschen die Steine über den Boden vor und machen letzteren dadurch zur Cultur unfähig, während Wald sehr gut darauf gedeiht.

§. 431.

56. Obsidian, Obsidianporphyr und Bimsstein. Es ist vulkanisches Glas in dichtem, oder durch Ryakolit porphyrartigem, oder höchst blasigem Zustande. Alle drei Varietäten finden sich in der Regel nur in Gestalt von Auswürflingen an Vulkanen oder von vulkanischem Tuff umschlossen, seltener als Lavaströme. In Deutschland kommen diese Gesteine charakteristisch nur in der Eifel vor und sind da jedenfalls unwichtig, obwohl die technische Anwendung des Bimssteins bei der Holzbearbeitung allgemein bekannt ist.

§. 432.

Anhangsweise sind zu den Trachyten zu rechnen:

Perlstein (Perlit, Perlsteinporphyr), ein dem Obsidian und dem Pechstein ähnliches Gestein mit rundkörniger und krummschaliger Textur. Er gehört zum Trachyt, wie der Pechstein zum Quarzporphyr. Bei Tokai in Ungarn häufig, in Deutschland nicht bekannt.

Andesit hat man zur Unterscheidung vom gewöhnlichen Trachyt die ähnlichen Gesteine in den Anden Südamerikas und am Kaukasus genannt, welche außer glasigem Feldspath (Sanidin) auch Albit und Oligoklas enthalten, sowie meist auch mehr Quarz und weniger Magneteisenerz als der gewöhnliche Trachyt.

Trachytdolerit nannte Abich gewisse am Aetna und am Pic von Teneriffa beobachtete alte Laven, welche gleichsam den Uebergang aus Trachyt in Dolerit bilden.

M. Augitgesteine (Basaltgebilde).

§. 433.

Der Augit ist in dieser Gruppe von Gesteinen der, wenn auch nicht immer vorherrschende, doch am meisten charakteristische Gemengtheil, und dadurch haben sie alle eine sehr dunkle, oft schwarze Farbe. Mit dem Augit ist gewöhnlich wesentlich Labrador verbunden. Sie bilden in der Regel isolirte Berge oder Lavaströme. Ihr geologisches Alter ist fast stets ein sehr neues.

§. 434.

Bei den Augitgesteinen ist nicht nur die eruptive, sondern auch die heifsflüssige Entstehungsweise deutlich nach-

weisbar, ja basaltische und doleritische (wie trachytische) Laven entströmen geradezu noch jetzt den Kratern der Vulkane, und auch alle echten Basalte und Dolerite zeigen ganz solche Erscheinungen, wie man sie an heifsflüssig zwischen andere Gesteine ein- und emporgepressten Bildungen erwarten mufs.

§. 435.

Es finden sich diese Gesteine weniger häufig innerhalb der Gebirgsketten, viel häufiger in deren Vorbergen, oder vereinzelt in den Niederungen. In Deutschland bilden sehr viele einzelne basaltische Bergkuppen eine breite und unregelmässige Zone mit gruppenweiser Anhäufung, von Schlesien durch Nordböhmen und Hessen bis zur Eifel. Ausserdem aber reichen sie am rechten Rheinufer aufwärts bis an die Grenze der Schweiz und finden sich im bairischen Riesgau und im östlichen Steiermark wieder.

§. 436.

57. Basalt, ist ein dichtes (scheinbar gleichartiges), schwarzes oder dunkelgraues Gestein. Durch chemische Untersuchungen weifs man, dafs es wesentlich aus Augit und Labrador besteht, sehr oft mit deutlich beigemengtem Olivin und Magneteisenerz. In einigem Basalt scheint der Labrador theilweise durch Zeolith oder Nephelin vertreten zu sein. Accessorisch findet man darin noch Rubellanglimmer, basaltische Hornblende, Hyacinth, Hauyn, Obsidian und Titan-eisen.

§. 437.

Dieses in allen Erdtheilen sich glicgende und unter ähnlichen Lagerungsverhältnissen wiederholende Mineralgemenge zeigt aber mancherlei Texturvarietäten, so besonders:

- a) Gemeiner dichter Basalt.
- b) Porphyrtartiger Basalt, mit Krystallen von Augit, Hornblende oder Olivin.
- c) Blasiger oder schlackiger Basalt.
- d) Mandelsteinartiger Basalt (Basaltmandelsteine), die Ausfüllungen der Blasenräume bestehen aus Grünerde, Kalkspath, Aragon, Harmotom, Zeolith, Halbopal, Hyalit, Brauneisenerz.
- e) Körnig abgesonderter Basalt, eine Eigenthümlichkeit, welche durch Verwitterung besonders deutlich hervortritt.

f) Wackenartiger Basalt (Basaltwacke, Wackenthon, Eisenthon), dieser ist durch und durch zersetzt, erdig, schneidbar, braun oder gelblichbraun.

§. 438.

Die bisherigen Analysen des Basaltes haben ergeben:

Kieselerde	33 — 53	im Mittel	44.
Thonerde	10 — 18	„ „	12.
Kalkerde	6 — 15	„ „	11.
Talkerde	2 — 12	„ „	7.
Natron	2 — 6	„ „	3.
Kali	0,6 — 2,7	„ „	1.
(Eisenoxyduloxyd	5 — 25	„ „	11).
Eisenoxydul	2 — 20	„ „	8.
Eisenoxyd	0 — 5	„ „	2.
Manganoxyd	0 — 1		
Titan (Säure oder Oxyd)	0 — 3		
Wasser	0 — 6		

Das Verhältniß dieser Bestandtheile ändert sich durch Zersetzung des Gesteins in der Regel der Art, daß Eisenoxyd, Kali und Natron mehr und mehr verschwinden, die Bestandtheile relativ, der Wassergehalt aber sogar absolut zunehmen. In den zersetzten Basaltvarietäten fand man z. B.:

Kieselerde	42 — 53
Thonerde	14 — 22
Kalkerde	3 — 12
Talkerde	2 — 7
Natron	0,1 — 3
Kali	0,1 — 3
Eisenoxydul	0 — 8
Eisenoxyd	5 — 11
Wasser	3 — 20

Doch ist zu bemerken, daß auch die geringste Quantität Kieselerde, 36 Procent, in einem zersetzten Basalt gefunden worden ist, in diesem aber dafür 30,5 Procent Thonerde.

§. 439.

Der Basalt durchsetzt stock- oder gangförmig zuweilen fast alle anderen Gesteine bis mit den neuesten, und umschließt sehr oft angeschmolzene Fragmente davon. Er ist sehr häufig regelmäfsig säulenförmig, kugelig, schalig oder

plattenförmig abgesondert, seltener unregelmässig massig oder knollig. Durch deutliches Hervortreten seiner Gemengtheile geht er über in Anamesit und Dolerit. Er bildet fast nie sehr zusammenhängende und ausgedehnte Gebiete, sondern in der Regel einzelne kegelförmige Bergkuppen in den oben bezeichneten Verbreitungszonen.

§. 440.

Die sehr gewöhnliche säulen- oder kugelförmige Absonderung des Basaltes, sowie vorzugsweise auch seine grofse Festigkeit machen denselben zur Bearbeitung als Baustein untauglich; dagegen ist er als roher Mauerstein besonders auch zu Wasserbauten ganz vortrefflich und fest, und oft können sogar die Absonderungsformen, Säulen oder Platten, dabei sehr gut benutzt werden. Noch besser wie als Mauerstein bewährt sich aber der Basalt als Strafsenbaustein, zu welchem Zwecke er mit Recht ganz vorzugsweise beliebt ist. Die aus ihm gebauten Strafsen halten sich fest und trocken. — Als Pflasterstein ist der Basalt von grofser Dauer, nur werden die einzelnen Steine leicht zu glatt. — Die regelmässigen Basaltsäulen hat man zuweilen sehr geschickt als Eckpfeiler, Ornamente u. s. w. verwendet. — Unter den antiken Sculpturen kommt wahrer Basalt nur sehr selten vor, doch existiren daraus einige Löwen und Spynxe. Geschliffener Basalt kann als Probir- oder Farbenreibstein benutzt werden. Zuweilen setzt man beim Eisenschmelzen Basalt als Flufsmittel zu, wobei zugleich sein Eisengehalt mit gewonnen wird; auch verwendet man ihn bei Herstellung des schwarzen Bouteillenglases. — Schlackiger Basalt (Basaltlava) liefert gute Mühl- und Bau-, sowie auch Filtrirsteine; vergl. Lava. — Sein specifisches Gewicht ist = 2,8 bis 3,1.

§. 441.

Basalt liefert durch seine Verwitterung unter allen Gebirgsarten, nächst der Lava, den fruchtbarsten Boden, einen dunkeln, eisenreichen Lehm Boden mit vielem Kaligehalte. Aber nur selten findet sich Basaltboden in Ebenen, am häufigsten an isolirten Bergkuppen. Der Basaltboden hält sich warm, locker und feucht, und auch sein Untergrund gestattet dem Wasser und der Luft leichten Durchgang. Auf

keiner anderen Gebirgsart als auf Basalt findet man eine so manchfaltige und üppige Vegetation; namentlich gedeihen alle Laubholzarten (auch der Wein) auf Basaltboden ohne Unterschied vortrefflich. Fast noch fruchtbarer als der Basalt selbst bewähren sich der basaltische Mandelstein und die basaltische Wacke. Auffallend ist es und vielleicht mit von seiner großen Erwärmungsfähigkeit abhängig, daß an Basaltbergen der Feldbau, wenn übrigens die Oberflächengestaltung es gestattet, in der Regel eine viel größere Höhe erreicht als auf benachbarten anderen Gesteinen, so namentlich im böhmischen Mittelgebirge.

§. 442.

58. Dolerit (Graustein, basaltischer Grünstein und Anamesit), ein mehr oder weniger deutliches, grobes bis feinkörniges Gemenge aus Augit und Labrador (Feldspath), fast stets mit etwas Magneteisen, kohlensauerem Eisenoxydul und kohlensauerem Kalk und zuweilen auch mit Olivin. Der Dolerit hat sonach eine sehr ähnliche Zusammensetzung wie der Basalt und unterscheidet sich von ihm am meisten durch die körnige Textur. Eine feinkörnige Uebergangsstufe zwischen beiden hat man Anamesit genannt; ja man kann geradezu den Dolerit als einen körnigen Basalt bezeichnen.

§. 443.

Aus Bergmann's Analysen ergibt sich, daß der Dolerit aus einem in Salzsäure zersetzbaren und einem unzersetzbaren Antheile besteht, von welchem ersterer Magneteisenerz, kohlensaueres Eisenoxydul, kohlensauerer Kalk und ein etwas zweifelhaftes Thonerdesilicat mit Natron umfaßt, während Labrador und Augit ungelöst bleiben. In 100 Theilen fanden sich

im Dolerit vom Meissner, in

Hessen:

47,91 Labrador

9,27 Augit

8,97 Magneteisenerz

22,21 lösliches Silicat

11,29 kohlensaueres Eisenoxydul und Kalk

im Dolerit der Aulgasse bei

Siegburg:

30,06

35,43

3,61

2,71

27,75

Aus zwei Analysen des Dolerits von Auerbach und Whrightson ergibt sich folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	51,4 — 53,1
Thonerde	6,1 — 12,2
Kalkerde	9,3 — 9,8
Talkerde	5,8 — 6,6
Kali	1,8 — —
Natron	1,3 — 1,7
Eisenoxydul	16,3 — 17,6
Manganoxydul	— — 1,5
Schwefelsäure	— — 0,8
Wasser	1,0 — 1,9

§. 444.

Durch Augit, Labrador oder Hornblendekrystalle wird das Gestein zuweilen porphyrartig; accessorisch enthält es außerdem zuweilen Rubellan, Apatit, Itnerit, Marmolith und Nephelin. Seltener als Basalt ist es blasig und mandelsteinartig, oft durch Zersetzung wackenartig. Absonderung ähnlich der des Basalts, nur nicht so regelmässig. Vorkommen nicht so häufig, aber ganz wie beim Basalt. Anwendung und Bodenwirkung sehr ähnlich.

§. 445.

Als eine besondere Varietät des Dolorites ist anzusehen der

59. Nephelindolerit. Es ist das ein Dolerit, in welchem der Labrador theilweise oder ganz durch Nephelin vertreten ist und welcher in der Regel zugleich sehr viel Magneteisenstein enthält. Apatitnadeln, Sanidin, Olivin und Titanit treten accessorisch darin auf. Man kennt in Deutschland den Nephelindolerit nur erst an wenigen Punkten, besonders am Löbauer Stadtherg, bei Meiches in Hessen und am Katzenbuckel im Odenwald. Es ist die Idee ausgesprochen worden, den grossen Natrongehalt des Nephelins technisch auszunutzen. Der aus diesem Gestein entstehende Boden ist jedenfalls sehr fruchtbar, doch ist seine Oberflächenform überall, wo man es bis jetzt kennt, zu uneben und felsig, um Feldcultur zuzulassen.

§. 446.

60. Leuzitfels (Leuzitporphyr, Leuzitlava, Graustein zum Theil), ein krystallinisch körniges oder dichtes und zugleich durch Leuzitkrystalle porphyrartiges Gemenge von Augit und Leuzit mit etwas Magneteisenerz. Accessorisch treten darin auf: Glimmer, Nephelin, Olivin, Labrador, Oligoklas oder Andesit und auch Sodalit. Das Gestein bildet Bergkuppen und Lavaströme. In Deutschland ist es selten und eigentlich nur in den Umgebungen des Laager Sees bekannt. Benutzung und Bodenwirkung für uns daher unwichtig.

§. 447.

61. Melaphyr (schwarzer Porphyr, Augitporphyr, Trapp, Trappporphyr). Ein inniges Gemenge von Labrador und Augit, in welchem meist der erstere vorherrscht, sets ohne Quarz. Dicht, porphyrartig, blasig und sehr häufig mandelsteinartig, oder zersetzt als Wacke. Die Unterscheidung dieses gewöhnlich dunkelgrünen bis braunschwarzen Gesteins vom Basalt, Diabas, Aphanit und ihren Texturvarietäten ist oft sehr schwierig, und in der That rechnen viele Geologen Gesteine zum Melaphyr, die nach unserer Charakteristik dem Basalt, dem Grünstein oder selbst dem Glimmerporphyr zugehören. Als charakteristisch kenne ich nur den Melaphyr des Fassagesbietes in Südtirol. Dieser unterscheidet sich vom Basalt durch den Mangel an Olivin, durch das etwas höhere geologische Alter und selbst durch die Formen seines Auftretens, da er keine isolirten Kegelberge bildet und seltener säulenförmig abgesondert ist, von den Augitgrünsteinen (Diabas, Aphanit, Grünsteinporphyr und Grünsteinmandelstein) dagegen durch den vorherrschenden (aber schwer sichtbaren) Labradorgehalt.

Nach L. Naumann enthalten viele von den Gesteinen, die man Melaphyr zu nennen pflegt, gar keinen Augit, oder es ist wenigstens keiner darin nachweisbar. Diese scheinen ganz vorherrschend aus dichtem Labrador zu bestehen, mit Beimengung von Magneteisenerz und von einem grünen chloritähnlichen Mineral, so die meisten sogenannten Melaphyrmandelsteine am südlichen Fusse des Hundsrück, welche die berühmten Achatmandeln für die Obersteiner Schleifmühlen

liefern. Die dichten und mandelsteinartigen Varietäten dieses noch sehr unsicher bestimmten und umgrenzten Gesteines sind die häufigsten; doch kommen auch durch Labrador- und Augitkrystalle porphyrtartige vor.

§. 448.

Die chemische Untersuchung verschiedener Melaphyre durch Delesse ergab: 50 — 55 Kieselerde, 19 — 27 Thonerde, 1 — 9 Eisenoxydul, 0,1 — 1 Manganoxydul, 3 — 8 Kalkerde, 1 — 4 Talkerde, 3 — 7 Natron, 1 — 4 Kali, 1 — 2 Wasser. Damit stimmen auch die Analysen von Bergmann ziemlich gut überein, wenn man diejenigen unberücksichtigt läßt, welche offenbar keine wahren Melaphyre betreffen.

§. 449.

Der Melaphyr des Fassagebietes durchsetzt die dortigen Kalksteine und Dolomite der Muschelkalk- und Juraformation, welche erstere neben ihm oft in körnigen Kalkstein umgewandelt sind. Zugleich zeigen sich dort an seinen Grenzen sehr vielerlei Mineralien, welche ebenfalls als Contactbildungen anzusehen sind, und mit diesen Melaphyren sind Tuff- und Sandsteinbildungen verbunden, welche durch ihre Lagerung erkennen lassen, daß einige dieser Melaphyre vor der Jura-periode, andere kurz nach derselben emporstiegen. Auch das früher als Syenit bezeichnete Gestein des Monzonberges nahe beim Fassathale scheint nichts Anderes als eine krystallinisch körnige Varietät des Melaphyrs zu sein.

§. 450.

Ueber die Benutzung und Bodenwirkung dieses noch so wenig scharf umgrenzten Gesteins wage ich hier nichts Näheres anzugeben; doch darf man voraussetzen, daß der aus seiner Zersetzung entstehende Boden jedenfalls ein sehr fruchtbarer ist, was sich auch im Fassagebiet, wenigstens im Gegensatz zum Dolomit, deutlich zu erkennen giebt.

§. 451.

Anhangsweise ist zum Melaphyr auch der Augitfels oder Lherzolith zu rechnen, welcher wesentlich nur aus einem krystallinischen Aggregat von Augit besteht, bis jetzt aber nur in den Pyrenäen, am See Lherz, charakteristisch bekannt ist.

§. 452.

Schließlich mag hier auch noch der Bezeichnung *Lava* gedacht werden:

Lava ist nicht ein besonderes Gestein, sondern man nennt die Varietäten des Trachytes oder der Augitgesteine dann Laven, wenn sie deutlich aus vulkanischen Oeffnungen hervorgeflossen sind. Solche Lavaströme kommen auch in Deutschland vor an den erloschenen Vulkanen der Eifel und in den Umgebungen des Laager Sees. Alle Laven der noch jetzt thätigen Vulkane lassen sich in zwei Hauptgruppen theilen: augitreiche oder basaltische und felsitreiche oder trachytische, und diese beiden Gruppen wiederholen sich mit gewissen Modificationen in den Resultaten aller geologischen Zeiträume. In jedem scheinen durch vulkanische oder plutonische Thätigkeit einerseits felsitreiche Granite, Porphyre und Trachyte und andererseits hornblende- oder augitreiche Syenite, Grünsteine und Basalte gebildet worden zu sein (vergl. §. 203). Aber beide Gruppen sind auch stets durch allerlei Mischlingsgesteine mit einander verbunden worden.

§. 453.

In Deutschland ist also nur Lava erloschener Vulkane zu finden, z. B. in der Eifel, am Kaiserstuhl im Breisgau, in der Rhön und in Böhmen. Diese Laven liefern zum Theil sehr gute trockene Bau- und Chausseesteine; erstere werden sowohl roh als behauen vielfach angewendet. Berühmt ist aber besonders die poröse basaltische Lava von Niedermendig bei Coblenz durch die Mühlsteine, welche in grossen, zum Theil unterirdischen Steinbrüchen aus derselben gewonnen werden. Diese Mühlsteine sind so porös, daß sie nicht geschärft zu werden brauchen, färben aber leider das Mehl ein wenig.

Auch die ganz schlackige Lava liefert oft gut zu bearbeitende, trockene, leichte und dauerhafte Bausteine, welche mit Mörtel vortrefflich binden, und selbst die einzelnen kleinen Brocken derselben sind, sowie die der Erdschlacken, zum Straßsenbau noch zweckmäfsig zu verwenden. Auch als Filtrirsteine können einige schlackige Lavaarten benutzt werden.

§. 454.

Obwohl die meiste Lava ziemlich schwer verwittert, um so schwerer, je glasiger, sie ist, so liefert sie doch gewöhnlich bald einen bewundernswürdig fruchtbaren Boden. An dieser besonderen Fruchtbarkeit mag theils ihre chemische Zusammensetzung und dunkle Farbe Schuld sein, theils könnten vielleicht auch bei noch thätigen Vulkanen durch sie aufsteigende kohlensauere Dämpfe darauf einwirken.

III. Deutlich mechanisch gemengte Gesteine.

§. 455.

Tuffe, Sandsteine, Conglomerate und Breccien sind größtentheils Ablagerungen aus Wasser und deshalb ursprünglich in ziemlich horizontalen Schichten übereinander gebildet. Das Material zu denselben ist stets aus der Zerstörung früher vorhandener Gesteine hervorgegangen, und es versteht sich daher von selbst, daß Sandsteine, Conglomerate und Breccien stets jünger sind als die Gesteine, von denen ihr Material herrührt.

N. Tuffgesteine.

§. 456.

Es sind dieß mechanische, wohl meist durch Zusammenschwemmung entstandene und dann geschichtete Verbindungen von vulkanischen Auswurfsproducten, Asche, Schlacken, Bomben und losgerissenen Gesteinstheilen. Das feinere Material dient dabei stets dem gröberen als Bindemittel. Diese Tuffgesteine unterscheiden sich von den eigentlichen Sandsteinen und Conglomeraten hauptsächlich dadurch, daß feines und grobes Material, leicht und schwer zerstörbares, zersetztes und unzersetztes bunt durcheinander gehäuft ist. Man sieht den Bestandtheilen an, daß sie meist vulkanischen Ursprungs sind und vor ihrer Ablagerung durch Wasser keinen weiten Weg zurückgelegt haben. Dergleichen Tuffgesteine kommen an Vulkanen vor, in der Nähe von Basalt-, Phonolith- oder Trachitbergen, bei Porphyren und bei Grünsteinen, und jedesmal tragen sie den besonderen

Charakter desjenigen Eruptivgesteines an sich, zu welchem sie gehören.

§. 457.

Darnach werden deshalb folgende unterschieden:

62. Tuffarten.

- a) Grünsteintuff, z. B. bei Planschwitz im Voigtlande; er enthält hier Versteinerungen der Grauwackenformation.
- b) Porphyrtuff (Felsittuff oder Thonstein), z. B. im Zeisigwalde bei Chemnitz in Sachsen; dieser enthält viele versteinerte Hölzer, welche dem Rothliegenden angehören, und liefert einen sehr guten, leicht bearbeitbaren Baustein.
- c) Trachyttuff (z. B. Trafs), sehr häufig im Siebengebirge, bei Bonn und in den Umgebungen des Laager Sees. In ihm finden sich gewöhnlich viele Trachyt- und Bimssteinstücke, auch wohl verkohlte Baumstämme. Man benutzt ihn theils als sehr feuerfesten Baustein (Ofenstein), theils als Trafs zur Bereitung von Cementkalk, so besonders im Brohlthale am Rhein.
- d) Phonolithtuff, z. B. in der Rhön und im böhmischen Mittelgebirge vorkommend.
- e) Basalttuff, in vielen basaltischen Gegenden, ganz besonders häufig im böhmischen Mittelgebirge und im Riesgau in Baiern; er ist z. Th. wie der Trachyttuff verwendbar.
- f) Vulkanischer Tuff (Pausilipp, Peperin, Moja), in Deutschland besonders an den erloschenen Vulkanen der Eifel; dem Basalt- und Trachyttuff natürlich sehr ähnlich.

Neuerlich hat man noch die Benennung

- g) Palagonittuff eingeführt, welche zuerst auf islandische Tuffarten angewendet wurde, die aber mit den anderen vulkanischen, basaltischen und trachytischen Tuffgesteinen im Wesentlichen sehr übereinstimmen.

Die Mannichfaltigkeit der Zusammensetzung der Tuffgesteine ist ihrer ganzen Natur nach so groß, daß es sehr wenig nützen kann, die Analyse eines oder einiger bestimmter zu kennen; man kann daraus nicht auf die anderer schließen. Alle Tuffgesteine liefern in der Regel einen sehr fruchtbaren und leicht zu bearbeitenden Boden.

O. Trümmergesteine (Sandsteine, Conglomerate und Breccien).

§. 558.

Sie unterscheiden sich, wie schon erwähnt, von den Tuffgesteinen wesentlich dadurch, daß die Materialien, aus

denen sie bestehen, in der Regel erst eine Strecke vom Wasser fortgeführt und dabei abgerundet, oder nach Grösse und Schwere gesondert worden sind, ehe sie sich ablagerten. Bei den Reibungsbreccien ist dieß jedoch nicht der Fall, diese sind vielmehr durch Zertrümmerung an Ort und Stelle während des Empordringens eines Eruptivgesteines entstanden, dessen Masse als Bindemittel zwischen die zertrümmerten Theile eindrang.

§. 459.

63. Sandstein besteht vorherrschend aus Quarzkörnern, die durch irgend ein Bindemittel mehr oder weniger fest zusammengehalten werden. Sandstein gehört, wenn seine Körner fest genug mit einander verbunden sind, zu den gesuchtesten Bausteinen; er wird dann mit Leichtigkeit zu sehr vielerlei besonderen Formen verarbeitet und liefert bei gehöriger Gleichförmigkeit und Feine des Kornes auch zu mancher Bildhauerarbeit ein ganz passendes Material. Viele Sandsteine dienen außerdem noch zu besonderen technischen Zwecken, so die feinkörnigen und festen zu Schleifsteinen, die grobkörnigen mit sehr festem Bindemittel zu Mühlsteinen und gewisse poröse zu Filtrirsteinen, andere mit sehr wenig talkigem oder Kaolin-Bindemittel zu Gestellsteinen in Hohöfen. Dafs gepochter weißer Sandstein als Streu- und Scheuersand benutzt wird, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Zwischen den Sandsteinen von äußerlich scheinbar gleichartiger Beschaffenheit findet doch immer noch ein grofser und wichtiger Unterschied in Beziehung auf Dauer und andere Eigenschaften statt; einige verwittern sehr leicht, andere sehr schwer oder gar nicht, einige halten sich ganz trocken, andere saugen fortwährend Feuchtigkeit aus der Luft an. Diese Unterschiede beruhen wesentlich auf der Art des Bindemittels. Je nach der Natur desselben werden unterschieden:

- a) Thoniger Sandstein, mit Thon als Bindemittel, durch Vorherrschen des Thones in sandigen Thon oder in Schieferthon übergehend. Sehr häufig.
- b) Mergeliger Sandstein, mit Mergel als Bindemittel, in san-

digen Mergel übergehend. Ziemlich bäufig. Ein schlechter Baustein, weil leicht verwitternd.

c) Kalkiger Sandstein, mit kohlensauerem Kalk als Bindemittel. Selten.

d) Kaolinsandstein, mit zersetztem Feldspath (Kaolin) als Bindemittel. Weifs. Selten.

e) Eisenschüssiger Sandstein, mit Eisenoxydhydrat als Bindemittel. Gelb, roth oder braun. Ziemlich häufig.

f) Kieselsandstein (Trappsand, Glasstein), mit Thonsilicat (einer Art Hornstein) als Bindemittel. Sehr fest, übergehend in Quarzit. Häufig in der Braunkohlenformation.

g) Krystallsandstein, nicht aus abgerundeten Quarzkörnern, sondern aus kleinen Quarzkrystallen zusammengesetzt. Zuweilen im bunten Sandstein Thüringens und im Quadersandstein Sachsens.

§. 460.

Ferner werden unterschieden nach besonderen Beimengungen:

h) Grünsandstein, welcher aufser den Quarzkörnern auch Grünsandkörner enthält und dadurch grün oder graugrün gefärbt ist.

i) Arkose, ein Sandstein, welcher viele unzersezte Feldspaththeile enthält und manchmal fast gar keinen Quarz. Oft im Rothliegenden vorkommend.

k) Conglomeratartiger Sandstein, mit einzelnen gröfseren Geschieben von Quarz, Kieselschiefer, Hornstein oder dergl.

§. 461.

Endlich aber hat man auch den in den einzelnen Flötzformationen auftretenden Sandsteinen zum Theil besondere Namen gegeben, obwohl die Eigenschaften derselben wie bei den Kalksteinen der einzelnen Formationen nur in gewissen Grenzen sich gleich bleiben und zum Theil in mehreren Formationen sich ganz ähnlich wiederholen. Im deutschen Gebiete kann man der Formation nach etwa folgende einzelne Sandsteinvarietäten unterscheiden:

l) Grauwackensandstein, grau und ziemlich fest, sehr feinkörnig bis conglomeratartig, in sandigen Grauwackenschiefer übergehend. Bindemittel thonig oder kieselig. Sehr verbreitet in den Grauwackengebieten am Rhein, am Harz, zwischen dem Thüringer Wald, Fichtel- und Erzgebirge, in Schlesien, Mähren und Böhmen. Der Grauwackensandstein ist gewöhnlich ein guter, nur zuweilen zur Bearbeitung fast zu fester Sandstein und kann selbst als Pflaster- und Strassenstein verwendet werden. Der sehr feinkörnige dient als Schleif- und Wetzstein.

- m) Kohlensandstein, hell bis dunkelgrau, zuweilen Kohlentheilchen enthaltend, feinkörnig bis conglomeratartig, thoniges Bindemittel, nicht so fest wie der Grauwackensandstein. In sandigen Kohlschiefer übergehend. Häufig mit Pflanzenabdrücken. Findet sich in den für die Steinkohlenformation genannten Gebieten, wechsellagernd mit Kohlschiefer und Kohlen. Dient als Bau- und Plattenstein.
- n) Sandstein des Rothliegenden, mit thonig-eisenschüssigem Bindemittel, gelb, roth oder braunroth, oft in Conglomerat, oder in sandigen Schieferthon, oder in Arkose übergehend. Man benutzt ihn als Baustein am Thüringer Walde, als Mühlstein (den conglomeratartigen) am Kiffhäuser.
- o) Bunter Sandstein; feinkörnig, vorherrschend mit thonigem Bindemittel und oft mit sogenannten Thongallen. Durch Eisenoxyd gelb oder roth gefärbt, oft mit buntem Schieferthon wechselnd. Liefert ganz vorzügliche Bausteine, aus denen vorherrschend die meisten Städte im südwestlichen Deutschland erbaut sind. Auch Schleif- oder Mühlsteine werden aus ihm hergestellt (Rheinbaiern, Nebra in Thüringen), und die dünnplattig geschichteten Varietäten benutzt man zum Dachdecken in den Gegenden nordwestlich vom Harz. Oertlich enthält er zuweilen nur Kaolin als Bindemittel, welches man als Porzellanerde auswäscht, während dieses sehr feuerbeständige Gestein (der Kaolinsandstein) als Gestellstein für Schmelzöfen dient. Steinhaide im Thüringer Walde, Martinsrode und Weissenfels in Thüringen.
- p) Keupersandstein, meist mit thonigem oder mergeligem Bindemittel, grau oder gelblich grau von Farbe, feinkörnig, oft mit Schieferthon und Mergel wechselnd. Die daraus hergestellten, leicht bearbeitbaren Bausteine sind meist von geringer Dauer; auch Schleif- und Wetzsteine werden zuweilen daraus gewonnen. Häufig in Thüringen, Franken und Schwaben.
- q) Leiasandstein, ein meist weißer oder hellgelber Sandstein mit thonigem oder etwas eisenschüssigem Bindemittel. Feinkörnig. Zuweilen ein vortrefflicher Baustein, so am Seeberg bei Gotha und zwischen Eisenach und Kreuzburg.
- r) Jurasandstein, gewöhnlich eisenschüssig, gelb oder braun, durch Aufnahme von Brauneisensteinkörnern selbst in Eisen- oder Eisenrogenstein übergehend. Häufig in Schwaben.
- s) Wioldensandstein, grau-thonig, mürbe, mit Schieferthon und Kohlen wechsellagernd, im Bückeburgischen.
- t) Hilssandstein, mit thonigem, mergeligem oder kalkigem Bindemittel, oft conglomeratartig und in Conglomerat übergehend, sehr häufig Bohnerzkörner (oder kleine Brauneisensteingeschiebe) enthaltend, die zuweilen so vorherrschend werden, daß das Gestein

als Eisenstein gewonnen werden kann. Ziemlich verbreitet in den Gegenden nordwestlich vom Harz.

u) Quadersandstein, fein bis grobkörnig, weiß bis gelb. Bindemittel thonig oder etwas eisenschüssig. Oft Abdrücke von Meeresmuscheln enthaltend. Die meist noch horizontal liegenden Schichten sind oft durch senkrechte Klüfte durchschnitten, welche dadurch eine quaderförmige Absonderung hervorbringen. Den im sächsischen und böhmischen Elbgebiete sehr verbreiteten Quadersandstein verwendet man nicht nur sehr viel als Baustein (Sandstein von Pirna), sondern auch als Schleif- und Mühlstein (Lohmen und Jonsdorf bei Zittau, am letzteren Orte durch Basalt gehärtet), ja sogar sehr feinkörnige Varietäten für Bildhauerarbeiten (bei Cotta).

v) Grünsandstein ist in Deutschland nur hier und da dem Quadersandstein eingelagert, während er in England denselben fast ganz vertritt.

w) Braunkohlensandstein ist oft Kieselsandstein, dann sehr fest, zu fest zur Bearbeitung. In Böhmen ist derselbe jedoch auch häufig thonig oder selbst mergelig und wird ähnlich wie der Quadersandstein verwendet (bei Falkenau und Aufsig).

x) Molassesandstein, feinkörnig, grau, mit thonigem oder mergeligem Bindemittel, wechsellagernd mit sandigem Schieferthon und mit mächtigen Nagelfluhebänken. Häufig am Nordrande der Alpen. Liefert z. Th. recht gute Bausteine, wo das Bindemittel nicht mergelig ist.

§. 462.

Die Fruchtbarkeit des aus Sandstein entstehenden Bodens hängt wesentlich von der Natur und Menge des Bindemittels ab, weshalb wir hier die einzelnen Arten nach dieser Rücksicht näher betrachten.

a) Thoniger Sandstein mit vielem Bindemittel giebt natürlich einen lehmigen oder thonigen Sand- oder sandigen Thon- oder Lehm Boden. Durch Kalk wird man ihn wesentlich verbessern können.

b) Mergeliger Sandstein liefert mergeligen Sandboden.

c) Kalkiger Sandstein giebt einen heißen und trockenen kalkigen Sandboden, der durch Thon oder Lehm sehr verbessert werden kann.

d) Eisenschüssiger Sandstein bildet einen sehr unfruchtbaren heißen Boden, wenn er nicht zugleich hinreichend mit Thon, Lehm oder Mergel gemengt ist.

e) Kieselsandstein verwittert schwer und bildet deshalb nur flachgründigen, trockenen Boden. Thon- oder Mergelzusatz kann ihn sehr verbessern.

f) Grünsandstein bildet in der Regel einen fruchtbaren mergeligen Sandboden.

Sandstein als Untergrund ist nur an trockenen Lagen nachtheilig, die damit wechselnden Thonlagen machen ihn aber zuweilen auch zur Versumpfung geneigt.

§. 463.

64. Sand, loser Sand (Sandstein ohne Bindemittel) ist theils aus der Verwitterung von Sandstein an Ort und Stelle entstanden, theils durch Zusammenschwemmung angehäuft. Im letzteren Falle enthält er zuweilen gewinnbare nützliche Mineralien, so in der norddeutschen Tiefebene Bernstein, in manchen Gebirgsgegenden Magneteisenerz, Zinnerz, gediegen Gold und Platin; auch manche Edelsteine werden vorzugsweise aus losem Sand gewonnen, jedoch nicht in Deutschland. Die Anwendung des losen Sandes als Scheuersand, Streusand zur Mörtelbereitung und zum Bestreuen der Gartenwege ist hinreichend bekannt.

§. 464.

Der dadurch gebildete Boden ist in der Regel sehr trocken und unfruchtbar. Der Anbau auf ihm ist zuweilen noch dadurch besonders erschwert, daß seine Oberfläche steten Veränderungen durch Wind und Wasser ausgesetzt ist (Sand-schollen). Bei solchen Gebieten ist es die erste Aufgabe des Land- oder Forstwirthes, die Oberfläche zu befestigen durch den Anbau gewisser Pflanzenarten, durch Ueberdeckung mit Thon, Mergel oder anderem Material, worüber die Lehre vom sogenannten Sandschollenbau nähere Auskunft ertheilt.

Vergl. Weidenkeller, Anleitung zur Bearbeitung und Behandlung der öden Gründe und Sandwüsten, um solche in Wiesen, Aecker und Gärten umzuschaffen, Nürnberg. 1826, und Pfeil, neue vollständige Anleitung zur Behandlung, Benutzung und Schätzung der Forste 3. Abth. Berlin 1831.

§. 465.

Der Sandboden ernährt eine ziemlich charakteristische Flora, welche Langethal so darstellt:

Ueberall in den sandigen Fluthebenen, in den Sandsteinen der Kreideformation, des Leias, des Keupers, des bunten Sandes und der Molasse herrscht eine besondere Flora, überall in Nord-, Mittel- und Süddeutschland sah ich sie mit Be-

stimmtheit auftreten, sobald ich das Sandgebiet erreichte. Ich beginne die Pflanzen zu nennen, welchen schon ein dürftiger Trieb- oder Flugsand zum Wachstume genügt; es sind folgende:

<i>Narcus stricta</i> L.,	<i>Arenaria rubra</i> L.,
<i>Ammophila arenaria</i> Lk.,	<i>Spergula pentandra</i> L.,
<i>Aira canescens</i> L.,	<i>Ornithopus perpusillus</i> L.,
<i>Elymus arenarius</i> L.,	<i>Astragalus arenarius</i> L.,
<i>Plantago arenaria</i> W. Kit.,	<i>Gnaphalium arenarium</i> L.,
<i>Armeria vulgaris</i> Pers.,	<i>Carex arenaria</i> L.,
<i>Scleranthus perennis</i> L.,	<i>Carex pilulifera</i> L.,
<i>Dianthus arenarius</i> L.,	<i>Carex ericetorum</i> Poll.

Besseren Boden verlangen nachstehende Pflanzen:

<i>Veronica arvensis</i> L.,	<i>Scleranthus annuus</i> L.,
<i>Veronica verna</i> L.,	<i>Dianthus deltoides</i> L.,
<i>Alopecurus agrestis</i> L.,	<i>Spergula arvensis</i> L.,
<i>Agrostis spica venti</i> L.,	<i>Lychnis Viscaria</i> L.,
<i>Aira flexuosa</i> L.,	<i>Heris nudicaulis</i> L.,
<i>Aira praecox</i> L.,	<i>Raphanus Raphanistrum</i> L.,
<i>Aira caryophyllea</i> L.,	<i>Spartium Scoparium</i> L.,
<i>Panicum glaucum</i> L.,	<i>Arabis Thaliana</i> L.,
<i>Alchemilla Aphanes</i> Leers.,	<i>Trifolium spadiceum</i> Vill.,
<i>Radiola Millegrana</i> Sin.,	<i>Trifolium filiforme</i> L.,
<i>Myosotis stricta</i> Lk.,	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.,
<i>Myosotis versicolor</i> Rth.,	<i>Hypochaeris glabra</i> L.,
<i>Erythraea Centaurium</i> Pers.,	<i>Hyoseris minima</i> L.,
<i>Myosurus minimus</i> L.,	<i>Erigeron canadensis</i> L.,
<i>Rumex Acetosella</i> L.,	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.,
<i>Saxifraga granulata</i> L.,	<i>Matricaria chamomilla</i> L.
<i>Saxifraga Tridactylites</i> L.,	u. a.

Recht kräftigen Boden dieser Art wollen zu ihrer freudigen Vegetation folgende Gewächse:

<i>Panicum viride</i> L.,	<i>Stachis arvensis</i> L.,
<i>Panicum verticillatum</i> L.,	<i>Malva arvensis</i> L.,
<i>Panicum Crus Galli</i> L.,	<i>Turritis glabra</i> L.
<i>Lycopsis arvensis</i> L.,	

Die Sandflora geht theilweise auch in alle Bodenarten, welche in ihrer Verwitterung Quarzkörnchen enthalten, z. B. in die Formation der Grauwacke und des Thonschiefers, in die des Granits und des quarzführenden Porphyrs u. s. w. über. Auf solchen Gesteinen zeigt sie sich aber nie so mannichfaltig wie im eigentlichen Sandbereiche, und die den mageren

Sand liebenden Gewächse werden nur selten und sparsam gefunden.

§. 466.

65. Grus, entsteht an der Oberfläche von krystallinisch körnigen Gesteinen durch deren Verwitterung und läßt sich danach unterscheiden als:

- a) Granitgrus, mit Quarz, Glimmer- und Feldspaththeilchen.
- b) Gneifsgrus, dem Granitgrus ganz ähnlich.
- c) Syenitgrus, mit Feldspath, Hornblende und zuweilen auch Quarz- und Glimmertheilchen.
- d) Grünsteingrus, mit Feldspath und Hornblende- oder Augittheilchen.
- e) Doleritgrus, mit Feldspath- und Augittheilchen.
- f) Trachytgrus, mit vorherrschenden Feldspaththeilchen.

Vorkommen, Benutzung und Bodenwirkung bei den betreffenden Gesteinen nachzulesen, da aller Grus eben nur ein Anfang der Zersetzung der Gesteine ist.

§. 467.

66. Schutt, ist eine Anhäufung von Bruchstücken und Grus eines oder mehrerer Gesteinsarten, eine Breccie ohne Bindemittel, oft auch noch mit viel beigemengtem Lehm oder Thon. Der Schuttboden ist wegen des tiefen Eindringens der Luftwirkung und der Wurzeln zuweilen ein eigenthümlicher, aber natürlich stets auch sehr von der Natur der ihn bildenden Gesteine, dem Grade ihrer Zersetzung und der Menge des beigemengten Lehmes oder Thones abhängig.

§. 468.

Langenthal charakterisirt den Schutt, bei Darstellung von dessen besonderer Flora, etwas anders, und zwar wie folgt:

Man findet die Schuttflora überall, wo sich Erde im Gemisch mit verwes'ten organischen Resten ablagert, an Wegen, an Zäunen, auf alten Kieshaufen, welche in der Nähe der Gebäude und Wege liegen, in deren Ritzen sich also der Straßensaub niederlegen konnte, an der Meeresküste, wo faulender Seetang oder Meeresschlamm den Sand bedeckt. Vor Allem jedoch ist ihr Wohnsitz in den Dörfern und Städten, in der Nähe der Gebäude oder an Abzugsgräben zu suchen. Je reicher der Boden mit verwes'ten organischen Resten versetzt ist, desto üppiger ist der Stand solcher Gewächse, desto

dunkler ihr Grün, desto massiver ihre Blattsubstanz. Stellen sich dieselben auf Feldern ein, so darf man sicherlich schliessen, dass der Boden nicht humusarm ist; je kräftiger ihre Vegetation, desto reicher das Erdreich an Humussubstanz. Doch muss man auch hier ungenügsamere und genügsamere Humuspflanzen unterscheiden. Ich hebe aus dem langen Register dieser Flora nur folgende besonder heraus:

<i>Hordeum marinum</i> L.,	<i>Papaver dubium</i> L.,
<i>Poa annua</i> L.,	<i>Leonurus cardiaca</i> L.,
<i>Parietaria officinalis</i> L.,	<i>Lepidium ruderae</i> L.,
<i>Asperugo procumbens</i> L.,	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.,
<i>Solanum nigrum</i> L.,	<i>Erysimum officinale</i> L.,
<i>Chenopodium Bonus Henricus</i> L.,	<i>Barbarea arcuata</i> Rchb.,
<i>Chenopodium glaucum</i> L.,	<i>Sinapis nigra</i> L.,
<i>Chenopodium olidum</i> Curt.,	<i>Fumaria officinalis</i> L.,
<i>Chenopodium murale</i> L.,	<i>Carduus crispus</i> L.,
<i>Atriplex hastata</i> Aut. Schk.,	<i>Artemisia Absinthium</i> L.,
<i>Atriplex rosea</i> Lam.,	<i>Anthemis cotula</i> L.,
<i>Polygonum Hydropiper</i> L.,	<i>Urtica urens</i> L.,
<i>Polygonum nodosum</i> Pers. etc.,	<i>Urtica dioica</i> L.,
<i>Euphorbia Peplus</i> L.,	<i>Mercurialis annua</i> L.,
<i>Chelidonium majus</i> L.,	<i>Bryonia alba</i> L.,
<i>Glaucium luteum</i> Sm.,	<i>Xanthium strumarium</i> L.
<i>Papaver Argemone</i> L.,	

Der Einwurf, dass mehrere der hier angeführten Pflanzen zuweilen auch auf dürftigerem Boden getroffen werden, ist durch die oben vorausgeschickten Bemerkungen zu widerlegen: sie wachsen zwar hier und dort auf ärmerem Erdreiche, aber nur kümmerlich. Die grosse Brennnessel findet man z. B. auch auf Kieshaufen, doch wohl kaum fußhoch. Ich habe diese Pflanze mehrere Jahre hindurch auf gutem Boden cultivirt, wo sie 4 bis 5 Fuß Höhe erreichte, und in der humusreichen Walderde der pommer'schen Laubhölzer sah ich sie 6 Fuß und höher, so dass die Gipfel der Stengel hoch über mir zusammenschlugen.

§. 469.

67. Kies und Gerölle, Anhäufungen von Fluß- oder Meeresgeschieben der verschiedensten Art, in der Regel aber nur aus besonders festem Gesteine bestehend, wie Quarz,

Kieselschiefer, Hornstein, Basalt, Porphyr, Grünstein u. s. w. Durch Hinzukommen irgend eines Bindemittels entsteht aus Kies und Gerölle Conglomerat. Kies- und Geröllboden ist, wenn unbedeckt, beinahe ganz unfruchtbar, da die ihn bildenden Gesteine nicht zersetzt, sondern meist völlig frisch sind.

§. 470.

68. Conglomerat, besteht aus abgerundeten Geschieben, welche durch irgend ein Bindemittel zusammengekittet sind. Es werden verschiedene Conglomeratarten, je nach Art der Geschiebe, des Bindemittels, oder nach ihrem Formationsalter unterschieden, so z. B.

- a) **Grauwackenconglomerat**, ein Grauwackensandstein mit sehr vielen Geschieben von Quarz, Kieselschiefer, Gneifs, Glimmerschiefer, Granit oder Grünstein, nie aber mit Porphyr oder Basalt.
- b) **Conglomerat des Rothliegenden**, roth bis braunroth, mit kleinen und großen Geschieben von Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Gneifs, Granit, Syenit und sehr viel Porphyr (nie Basalt). Bindemittel theils sehr sandig, theils sehr thonig und eisenschüssig. Es ist in Deutschland die mächtigste und verbreitetste Conglomeratbildung.
- c) **Hilsconglomerat**, ein meist kalkiges oder kalkig sandiges Bindemittel, umschließt nicht sehr abgerundete Geschiebe von Kalkstein, Sandstein und Brauneisenstein. Ziemlich häufig nördlich und nordwestlich vom Harz.
- d) **Nagelfluhe**, ein meist graues, grobes Conglomerat aus Geschieben von vielerlei Kalksteinen, Sandstein, Quarz, Granit, Gneifs und Glimmerschiefer. Bindemittel sandig und kalkig oder thonig. Sehr mächtig und weit ausgedehnt in den Vorbergen der Alpen, dort stets mit Molassesandstein wechsellagernd.
- e) **Basaltconglomerat**, Geschiebe und Knollen von Basalt, sind durch Basalttuff oder ein wackenartiges Gestein verkittet. Häufig in den Gegenden von Carlsbad und Teplitz.
- f) **Ortstein**, ein sehr eisenschüssiges Conglomerat. Geschiebe von Quarz, Kieselschiefer, Hornstein u. dergl. sind durch Eisenoxydhydrat fest verkittet. Findet sich in manchen Gegenden Norddeutschlands als allerneueste Bildung an der Oberfläche, wohl ungefähr dem Raseneisenstein entsprechend.

§. 471.

Die Conglomerate mit festem Bindemittel sind in der Regel als Bausteine anwendbar; sind jedoch die einzelnen Geschiebe in denselben sehr groß, so ist das nachtheilig für

Benutzung. Die Fruchtbarkeit des Bodens, welcher durch Zersetzung von Conglomeraten entsteht, ist natürlich ganz abhängig von der Art ihres Bindemittels sowohl, als auch von der Art ihrer Geschiebe, weshalb sich hierüber durchaus nichts Allgemeines sagen läßt. Das Bindemittel kann thonig, mergelig, kalkig, sandig u. s. w. sein, die Geschiebe können groß, klein, verwitterbar oder unverwitterbar sein, und nach dem Allen wird sich die Bodenwirkung eines Conglomerates richten. Ungünstig ist es natürlich allemal, wenn durch Zersetzung das Bindemittel auswittert und ausgeschwemmt wird, so daß die Geschiebe allein liegen bleiben.

§. 472.

69. Breccie, besteht aus Bruchstücken von Gesteinen, die durch ein Bindemittel mit einander verbunden sind. Die Bruchstücke sind nothwendig durch mechanische Zertrümmerung vorhandenen Gesteins entstanden, das Bindemittel aber kann gleichzeitig mit der Zerstörung oder später zwischen die Bruchstücke eingedrungen sein, als krystallinische oder mechanische (schlammartige) Ablagerung aus Wasser, oder als heißflüssiges Eruptivgestein; im letzteren Falle nennt man die Breccie eine Reibungsbreccie. Je nach Art der Bruchstücke, des Bindemittels, des Alters und der Entstehungsweise lassen sich natürlich überhaupt vielerlei Breccien unterscheiden, die aber zum Theil nur als Texturvarietäten zu anderen Gesteinen gehören. Einige davon sind:

- a) Kalkbreccie mit Kalksteinbruchstücken oder Kalksteinbindemittel zu Kalkstein,
- b) Quarzbreccies, s. Quarzbrockenfels,
- c) Porphyrbreccie, Porphyrstücke mit Porphyrbindemittel,
- d) Knochenbreccie, zerbrochene Knochen mit Lehm und Kalktuff als Bindemittel,
- e) Granitbreccie,
- f) Grünsteinbreccie u. s. w.

Anwendung der Geognosie.

(Was darüber zu sagen ist, kann hier natürlich nur in Andeutungen bestehen.)

Kurze Uebersicht der Benutzung der Gesteine.

§. 473.

Nachdem im vorstehenden Abschnitt die Gesteine einzeln besprochen worden sind, wobei gewöhnlich auch bemerkt wurde, zu welchen Zwecken ein jedes vorzugsweise brauchbar ist, dürfte es jetzt zweckmäfsig sein, ganz kurz die verschiedenen Benutzungsweisen von Gesteinen überhaupt zusammenzustellen und dabei anzugeben, welche zu den einzelnen Zwecken vorzugsweise in Anwendung kommen.

Es werden benutzt:

A. Als Baumaterialien.

1. Zu Mauern:

- a) Im rohen Zustande: Kalkstein, Kalktuff, Rogenstein, Dolomit, Quarzschiefer, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Syenit, Grünstein, Porphy, Trachyt, Trachytporphyr, Phonolith, Basalt, Dolerit, Melaphyr, (Lava) Tuff, Sandstein, Conglomerat, Breccie. Lehm und Dammerde zu Pisée-Wänden verarbeitet.
- b) Im behauenen Zustande: Kalkstein, Kalktuff, Rogenstein, Dolomit, Granit, Syenit, Porphy, Thonstein, Trachyt, (Lava), Tuff, Sandstein, Conglomerat, Breccie.
- c) Im getrockneten und gebrannten Zustande: Lehm und Thon als Luftziegel oder gebrannte Ziegel. Künstliche Mörtel- oder Cementsteine.

2. Zum Strassenbau eignen sich besonders:

Quarz, Kieselschiefer, Hornstein, Feuerstein, feinkörniger Granit und Syenit, dichter und feinkörniger

niger Grünstein, Porphyr, Trachytporphyr, Phonolith, Basalt, Dolerit, Melaphyr, (Lava), Erdschlacke, quarziger Sandstein. Kies und Sand für Fußwege.

3. Zum Pflastern mit behauenen Steinen:

Kalkstein (zu weich), Quarzschiefer, Granit, Syenit, Grünstein, Quarzporphyr.

4. Zum Decken von Gebäuden:

Kalkschiefer, Quarzschiefer, Thonschiefer, Grauwackenschiefer, Glimmerschiefer, Grünsteinschiefer, Phonolith, dünnplattiger Sandstein, gebrannter Thon oder Lehm als Ziegel, Asphalt als Composition, Lehm zu Lehm-schindeldächern.

5. Als Bindemittel beim Bauen:

- a) Im rohen Zustande: Lehm, Thon, Asphalt, Tuff (Tuffs), als Zusatz zu Wassermörtel.
- b) Im gebrannten Zustande als Mörtel oder Sparkalk: Kalkstein und Gyps.
- c) Zu Wasserbauten: Thon, Cement, Asphalt.

6. Als Bauornamente, zu Simsen, Verzierungen, Statuen, Wandbekleidungen u. dergl.:

Marmor, Kalktuff, Gyps, Thonschiefer, Granit, Syenit, Porphyr, Serpentin, Sandstein, Breccie, gebrannter Thon und Lehm.

B. Als Düngermaterialien.

- a) Im rohen Zustande: Gypsmehl, Mergel, Thon, vorweltliche Excremente (Guano z. Th.) und andere Versteinerungen, sowie alle phosphorsauerer Kalk enthaltenden Gesteine, unter Umständen sogar Sand.
- b) Im gebrannten Zustande: Kalkstein, Mergel, Braunkohle, Torf, Thon, Lehm.

C. Als Brennmaterialien.

Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf, Asphalt und Erdöl.

D. Zu anderen gewerblichen Zwecken.

1. Nur mechanisch bearbeitet:

- a) Als Mühlsteine: poröses Quarzgestein, Granit, drufsiger Porphyr, Trachyt, Trachytporphyr, schlackiger Basalt, (Lava), fester Sandstein mit thonigem oder kieseligem Bindemittel, Conglomerat, Breccie.
- b) Als Schleif- oder Wetzsteine: Kalkstein, Wetzschiefer, Grauwackenschiefer, feinkörniger Sandstein, Compositionen von feinem Sand, Thon u. s. w.
- c) Als Schleif-, Putz- und Polir-Material: Kreide, Schmirgel, Sand, Klebschiefer, Polirschiefer, Trippel, Röthel, rother

- Glaskopf (sogenannter Blutstein, auch als Zahnpulver), Bimsstein, Steinmark.
- d) Als Schreib- oder Farbmaterial: Kreide, Umbra, Gelberde, Röthel (ein Rotheisenstein), schwarze Kreide (ein sehr kohlenstoffreicher Thonschiefer), Zeichenschiefer (Schieferstifte und Schiefertafeln), Graphyt, Speckstein (auf Glas und Tuch), Thon.
 - e) Zur Verfälschung des Bleiweißes wird gepulverter Schwespath angewendet.
 - f) Als Filtrirstein für zu reinigendes Wasser und dergl. benutzt man gewisse poröse Kalksteine, Rogensteine, Dolomite, Porphyre, Laven, Bimsstein und Sandsteine.
 - g) Um Fettflecke auszusaugen und zum Walken des Tuches gebraucht man Thon, Walkerde, Bolus.
 - h) Zum Feueranschlagen verwendet man Feuerstein, Hornstein, Jaspis, Achat, Eisenkies, jetzt natürlich nur selten noch.
 - i) Probirsteine macht man aus Kieselschiefer, Basalt und dichtem Grünstein.
 - k) Zur Lithographie dient dichter Kalkstein, auf welchem theils mit der Nadel radirt, theils mit Hilfe von Säure geätzt wird.
 - l) Als Bindemittel werden, wie erwähnt, im rohen Zustande verwendet: Thon Lehm, Asphalt, Sand, Mergel, pulverisirter Trafs (als Beimengung zu Mörtel), auch Eisenoxyd, und im gebrannten Zustande Kalkstein und Gyps.
 - m) Salzsoole liefern Steinsalz oder Salzthon, deren Auflösung theils durch die Natur, theils durch Kunst (in Sinkwerken oder Bohrlöchern) veranlaßt wird.
 - n) Salpeter-, Salz- und Schwefellager werden z. Th. auch unmittelbar benutzt.

2. Chemisch bearbeitet:

- a) Zur Darstellung der Metalle durch Schmelzung, Extraction oder Amalgamation: Erze aller Art.
- b) Zur Herstellung des Glases: Quarz, Feuerstein, Basalt, Grünstein (Patterlestein im Fichtelgebirge).
- c) Zur Herstellung des Porzellans: Porzellanerde, Feldspath, Quarz, Thon.
- d) Zur Herstellung von Mörtel, Cement und Sparkalk: Kalkstein, Sand, Kies, Trafs, Mergel, Gyps.
- e) Zur Auslaugung von Alaun und Vitriol: Alaunschiefer, Braunkohle, Steinkohle, Schwefelkieslager.
- f) Als Zuschlag bei manchem Schmelzproceß: Kalkstein, Quarz, Thonschiefer, Basalt, Mergel, Thon.

E. Zu feineren Kunstwerken und Geräthschaften.

1. Zu Statuen: Alabaster, Marmor, Granit, Syenit, Grünstein, Serpentin, Porphy, Basalt, Sandstein.
2. Zu Geräthschaften: Alabaster, Marmor, Sprudelstein, Erbsenstein, Achat, Jaspis, Meerschaum, Terra Cotta, Terra sigillata, Thonschiefer, Granit, Syenit, Grünstein, Serpentin, Porphy, Basalt, Obsidian, Meerschaum, Bildstein, Speckstein, Bernstein, Steinkohle (Gachat), Asphalt.
3. Als Schmuck: alle Arten Edelsteine.

F. Quellen.

Den Gebirgsarten entströmen, je nach ihrer Zusammensetzung, freiwillig oder durch Bohrlöcher: reines Wasser, Mineralwasser von sehr verschiedener Temperatur und verschiedenem Gehalt (zum Theil Salzsoolen), Naphtha oder Bergöl, kohlensaueres Gas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas (Brenngas).

**Bedeutung der Geognosie für den Landwirth,
Forstwirth und Techniker.**

§. 474.

Es ist diese Bedeutung zwar nicht gering, aber doch auch nicht so groß und so unmittelbar, als sie bei flüchtigem Ueberblick erscheinen kann und zuweilen dargestellt worden ist. Sie ist nicht der Art, daß man großartige Aenderungen in dem Gebiete der genannten Fächer durch sie erwarten könnte; dennoch ist der Nutzen, den ihre Kenntniß zu bringen vermag, in einer großen Zahl einzelner Fälle sehr wichtig. Zweckmäßig dürfte es jedenfalls sein, sich über den Grad ihrer Bedeutung möglichst klar zu werden, um weder zu viel von ihr zu erwarten, noch zu wenig durch sie zu erlangen.

§. 475.

Die Fruchtbarkeit des Bodens ist allerdings in hohem Grade von der Natur der Gesteine abhängig, aus deren Zersetzung (Verwitterung) er hervorgegangen ist; aber es ist ziemlich schwierig und zuweilen unmöglich, aus der mineralogischen Zusammensetzung, oder gar aus dem bloßen Namen des irgendwo anstehenden festen Gesteins auf die Fruchtbarkeit des daraus entstehenden Bodens zu schließen. Noch weniger aber kann man aus der Natur des unterliegenden Gesteins ohne Weiteres über die des bedeckenden Bodens

urtheilen, da letzterer in vielen Fällen ein örtlich angeschwemmter ist.

§. 476.

Die Gründe, weshalb man aus dem Gestein nicht sogleich auf die Bodenbeschaffenheit schliessen kann, selbst dann nicht, wenn wirklich die Bodenkrume durch Verwitterung an Ort und Stelle entstanden ist, sind besonders folgende:

1) Das, was der Geognost als ein bestimmtes Gestein unterscheidet und als solches mit einem besonderen Namen belegt, ist, wie wir gesehen haben, keinesweges immer ganz auf dieselbe Weise zusammengesetzt; vielmehr sind die Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung eines Gesteines, wie Granit, Syenit, Porphyr, Grünstein u. dergl., oft sehr groß, ja manchmal viel größer als die Unterschiede zwischen zwei Gesteinen. Es giebt z. B. Granite, die chemisch (selbst quantitativ) genau so zusammengesetzt sind, wie gewisse Quarzporphyre, während andere in ihren einzelnen Bestandtheilen um 5 bis 10 Procent von diesen, und unter sich abweichen. Aehnlich aber verhält es sich bei den meisten Gesteinen. Da nun gerade die chemische Zusammensetzung (die man keinem Gesteine äußerlich ansehen kann) offenbar vom größten Einfluss auf seine Bodenwirkung ist, so folgt aus jener Ungleichheit der Bestandtheile ganz von selbst, dass der geognostische Name eines Gesteines gar nicht über den Fruchtbarkeitsgrad des aus ihm entstandenen Bodens entscheiden kann. Nicht einmal ungefähr vermag man in allen Fällen danach zu urtheilen. Ein sehr quarzreicher Granit kann sehr unfruchtbar sein, ein sehr feldspathreicher sehr fruchtbar; aber auch dies ist nicht nothwendig und nicht immer der Fall. Es ist deshalb für jede Varietät, für jede Localität, nöthig, das Gestein entweder, und wenigstens, nach seiner mineralogischen, oder, was freilich viel sicherer ist, nach seiner chemischen Zusammensetzung zu untersuchen, um seine Fähigkeit rücksichtlich der Bodenbildung vom chemischen Standpunkte zu beurtheilen.

2) Es ist aber nicht bloß die chemische Zusammensetzung der Gesteine, welche die Bodenbeschaffenheit bedingt, sondern auch der Grad ihrer Verwitterbarkeit, der

allerdings größtentheils von der Zusammensetzung abhängt, ihre Textur, die Art ihrer Zerklüftung, die Form ihrer Oberfläche und in gewissem Grade sogar die Natur ihrer Unterlage können von Einfluss und Bedeutung sein. Alle diese Umstände sind aber ebenfalls wieder bei den einzelnen Gesteinen nicht ganz constant, sondern innerhalb gewisser Grenzen wechselnd.

3) Die äußeren (klimatischen) Verhältnisse, Klima, Lage u. s. w., welche an sich außerordentlich wichtig für den Vegetationsproceß sind, wirken nun ebenfalls noch ungleich auf die verschiedenen chemischen und physikalischen Zustände der einzelnen Gesteine ein, so daß auch dadurch jene Ungleichheit vermehrt wird. Ein Gestein kann z. B. in nasser, das andere in trockener, eines in sonniger, das andere in schattiger Lage günstiger oder ungünstiger wirken, als in dem entgegengesetzten Falle.

§. 477.

Diese verschiedenartigen Beziehungen machen aber die Erwägung des Einflusses *a priori* sehr complicirt. Es ist deshalb in den meisten Fällen weit einfacher, den Boden selbst zu untersuchen oder aus seiner Vegetation zu beurtheilen, als aus der Natur seines Ursprunges von bestimmten Gesteinen auf ihn zu schließen. Dennoch hat auch dieses letztere Verfahren seinen Werth, namentlich dann, wenn es sich um die zu hoffende Fruchtbarkeit in noch wenig oder schlecht cultivirten Gegenden, oder um die Anwendung gewisser Düngemittel oder Culturarten handelt, welche das dem Boden Fehlende ersetzen sollen.

§. 478.

Von noch weit geringerer Wichtigkeit als der Name des Gesteins ist für den Forst und Landwirth das geologische Alter. Das gilt von den Eruptivgesteinen ungleichen Alters ebenso, wie von den einzelnen Gliedern der Flötzformationen, von letzteren aber in erhöhtem Maße. In diesen wiederholen sich gewisse Gesteine, wie Kalkstein, Sandstein, Schieferthon, Mergel, Gyps u. s. w. unzählige Male, ohne daß sich aus ihrem Formationsalter irgend ein allgemeiner oder bestimmter Schluß auf ihre Fruchtbarkeit machen ließe. Es

kann darum für den Agronomen und Forstwirth oft ganz gleichgültig sein, ob irgend ein Kalk- oder Sandstein dieser oder jener Formation angehört. Nur seine besondere, zuweilen ganz locale Beschaffenheit ist für ihn wichtig. Der Quadersandstein kann z. B. im Allgemeinen sehr unfruchtbar, in manchen Gegenden aber durch besondere Beschaffenheit, etwa vorherrschendes mergeliges Bindemittel, sehr fruchtbar sein, und der bunte Sandstein oder der Keuper-sandstein können sich örtlich ganz so wie gewisser Quader-sandstein verhalten, während sie anderwärts eine gänzlich andere Beschaffenheit und Bodenwirkung zeigen. Das Formationsalter hat damit an sich gar nichts zu schaffen. Dasselbe gilt für die Kalksteine, Mergel, Schieferthone, Thonschiefer, Gypse u. s. w. der meisten Flötzformationen.

§. 479.

Bei den Gesteinen der Flötzformationen herrscht jedoch immer noch eine gewisse und wohl sogar eine etwas gröfsere locale Gleichförmigkeit der Zusammensetzung, als bei den ungeschichteten eruptiven Gesteinen (bei denen dagegen die allgemeine Uebereinstimmung etwas gröfser ist), der Art, dafs sich oft für ziemlich ausgedehnte Gegenden ein bestimmter Charakter der Bodenbildung und Fruchtbarkeit für gewisse Schichten oder Formationsglieder feststellen läfst. Nur mufs man bei solchem Versuch um so mehr von jeder allgemeinen Bedeutung des Formationsalters absehen, da für ausgedehntere Gebiete selbst die allgemeine Gesteinsnatur der Flötzformationen eine sehr unbestimmte ist. Die Kreideformation besteht z. B. in manchen Gegenden fast gänzlich aus weifser Kreide, in anderen aus Mergel, der mit Sandstein wechselt, in noch anderen nur aus Sandstein, oder aus reinem oder thonigem dichten Kalkstein, oder sogar aus Thonschiefer, wie in den Schweizeralpen zum Theil, und ähnlich ist das petrographische Verhalten der meisten Flötzformationen, ihre einzelnen Gesteinsschichten dehnen sich nur über beschränkte Gebiete aus, innerhalb deren sie allerdings oft sich sehr gleich bleiben; darüber hinaus bestehen sie aber zuweilen aus ganz anderen Gesteinen.

§. 480.

Die Eruptivgesteine sind, wie erwähnt, in den gleichen Altersperioden etwas gleichförmiger zusammengesetzt, aber doch keineswegs in dem Grade, daß der Agronom irgendwie darauf fußen könnte. Das heißt die ältesten Eruptivgesteine sind gewöhnlich granitischer Natur, die jüngsten dagegen basaltisch oder trachytisch. Es ist dieß aber nicht ausnahmslos der Fall, und man erkennt auch in der Regel leichter und früher die petrographische Natur eines Gesteins, als sein relatives Alter; aber selbst jene ist, wie wir gesehen haben, keineswegs so constant, daß sie zu bestimmten Schlüssen über Bodenbildung und Fruchtbarkeit berechtigte.

§. 481.

Handelt es sich dagegen nicht um Bodenbildung, sondern um die Aufsuchung oder Gewinnung gewisser nutzbarer Lagerstätten — bei denen wir hier immer wieder von den dem Metallbergbau anheim fallenden Erzlagerstätten absehen — also etwa um Auffindung von Kalkstein, Mergel, gutem Baustein, Torf, Kohlen, Gyps, Steinsalz, Dachschiefer, Schleifstein, Töpferthon u. s. w., so lehrt allerdings die bisherige Erfahrung, daß solche Gesteine viel häufiger durch Zufall, als absichtlich und mit Vorbedacht aufgefunden werden, aber es leistet dennoch in dieser Beziehung einige Kenntnifs der Geognosie jedenfalls wesentliche Dienste. Namentlich wird sie häufig von nutzlosen Versuchsarbeiten abhalten, auf die nur zu oft große Summen vergeudet worden sind, sie wird alle Versuche der Art regeln und weit schneller und sicherer zum Ziele führen, als von einem blinden, unregelmäßigen Hineinarbeiten zu erwarten ist. Sie wird namentlich stets auch da, wo schon abbauwürdige Lagerstätten, oder Spuren von solchen, durch Zufall entdeckt sind, deren weitere Fortsetzung mit einiger Sicherheit verrathen und die zweckmäßigste Art ihrer Aufschließung und Gewinnung erkennen lassen, worüber in dem vorigen Abschnitte bei den einzelnen Gesteinen das Wichtigste gesagt worden ist.

§. 482.

Im Allgemeinen ist dieß wohl die wichtigste Anwendung der Geognosie für den, welcher Grundbesitz zu verwerthen

hat, oder mineralische Rohproducte zu gewissen Fabrikationszweigen bedarf. Schon manches Kohlen- und Steinsalzlager ist bis jetzt wirklich durch die Theorie verrathen und aufgefunden worden. Die Geologie leistet in dieser Beziehung wirklich etwas.

§. 483.

In den nächstfolgenden Paragraphen soll nun ein möglichst kurzer Abrifs der Bodenkunde versucht werden, keineswegs um den Gegenstand zu erschöpfen, sondern nur um eine Uebersicht dessen zu gewähren, worauf es dabei ankommen kann, und um die Bedeutung einiger Ausdrücke in gewissem Grade festzustellen.

Bodenkunde.

(Ein möglichst kurzer Abrifs.)

§. 484.

Der Boden, worin die Pflanzen wurzeln, entstand und entsteht überall durch Verwitterung der die Oberfläche berührenden Gesteine und durch Mengung ihrer verwitterten Theile mit verwesten Organismen (Humus). — Dieses Gemenge, welches man Dammerde nennt, besteht sonach wesentlich aus

- 1) feineren oder gröberen unzersetzten Gesteinsbrocken (Grus, Sand und Steinen),
- 2) feinen erdigen mineralischen Theilen (zersetzten, verwitterten Mineralien) und
- 3) verwesten organischen Körpern (Humus).

§. 485.

Das Bodengemenge findet sich entweder, und zwar am häufigsten an den Stellen, wo es entstand, und ist dann von der örtlichen Natur der Gesteine abhängig, oder es ist durch Wasser zusammengeschwemmt und somit weder auf der Stelle seiner Entstehung befindlich, noch von den unterliegenden Gebirgsarten abhängig. Ersteres nennt man Verwitterungsboden, letzteres angeschwemmten Boden.

§. 486.

Abgesehen von den Muttergesteinen, woraus der Boden entstanden ist, unterscheiden wir hier nach ihren vorherrschenden

den Bestandtheilen (Thonerde, Kieselerde, Kalkerde, Talkerde, Eisenoxyd und Humus) folgende Bodenarten:

- 1) Thonboden,
- 2) Lehm Boden,
- 3) Sandboden (feinen oder groben, das ist Geröllboden).
- 4) Kalkboden,
- 5) Mergelboden,
- 6) Gypsboden,
- 7) Talkboden,
- 8) Humusboden.

§. 487.

Da nun aber diese Bodenarten sämmtlich in einander übergehen und folglich die verschiedenartigsten Zwischenstufen gefunden werden, so erhalten sie die näher bezeichnenden Zusätze thonig, lehmig, sandig, kalkhaltig, kalkig, mergelig, gypsig, talkig, humusarm, humusreich, humos, eisenschüssig, salzig u. s. w.

§. 488.

Den Gehalt eines Bodens an im Wasser erweichenden Theilen (Thon und Humus) ermittelt man am sichersten durch bis zum Klarablaufen des aufgegossenen Wassers wiederholtes Abschwemmen, bei welchem Verfahren freilich leicht auch feiner Sand, besonders leichter Glimmersand, mit abgeschwemmt werden kann. Der Humusgehalt der eingetrockneten und gewogenen Schlemmproducte läßt sich dann durch den Gewichtsverlust nach dem Ausglühen der Masse finden. Da jedoch dieses Verfahren etwas umständlich ist, ohne defshalb zu ganz genauen Resultaten zu führen, so werden es praktische Forst- und Landwirthe wohl nur einige Male zur Uebung ausführen, um sich dadurch eine Art von Maßstab für spätere Schätzungen zu bilden.

Wir wollen jene Bodenarten etwas näher betrachten.

§. 489.

1. Thonboden,
vorherrschend aus Thon- und Kieselerde bestehend.

Reiner Thonboden ist stark bindend und wasserhaltend,

schwer zu bearbeiten, im nassen Zustande schmierig, im trockenen fest und stark zerklüftend, fettig anzufühlen und mit dem Fingernagel glättbar. Seine Farbe ist weiß, grau-lich, blaulich oder gelb. Er mengt sich schwer mit dem durch Vegetation darauf entstehenden Humus, schützt aber den einmal gut untergemengten Dünger lange gegen Verzehrung durch die Luft. Er ist ein schlechter Wärmeleiter, weshalb er im Frühjahre sich später erwärmt, im Herbst aber die empfangene Wärme länger in sich erhält als anderer Boden.

Der reine Thonboden ist mehr oder weniger fett oder mager, je nachdem er mehr oder weniger Kieselerde (nicht als Sand, sondern als Erde) enthält; der reinste Thon hat davon immer noch über 50 Procent, der gewöhnliche Töpferthon sogar 60 bis 70 Procent und nur 30 bis 40 Procent Thonerde.

Durch Beimengung von Sand oder Grus entsteht sandiger Thonboden, welcher, weniger bindend und wasserhaltend, leichter zu bearbeiten und ein besserer Wärmeleiter ist als der reine Thonboden.

Durch Beimengung von mehr als 4 Procent fein zertheilten kohlensauerem Kalks entsteht mergeliger Thonboden, welcher, ebenfalls weniger bindend, dem Humus und dem Temperaturwechsel leichter zugänglich ist.

Sind dem Thone kleine Kalksteinbrocken beigemischt, so wird er kalkig genannt.

Eisenoxydreichen Thonboden nennt man eischüssig; die Eigenschaften des Thones werden dadurch nicht verbessert, wie dieß durch Sand- und Kalkbeimengung der Fall ist.

Diese drei genannten Beimengungen zusammengenommen veranlassen den Uebergang des Thonbodens in den Lehmboden.

Dafs der humose Thonboden durch Beimengung von Humus und der salzige durch Salzgehalt charakterisirt wird, versteht sich von selbst.

§. 490.

2. Lehm Boden.

Ebenfalls vorherrschend aus Thon- und Kieselerde bestehend, entsteht derselbe, wie erwähnt, durch Beimengung von Sand und Eisenoxyd, oder Sand, Kalk und Eisenoxyd zum Thon. Sein Anfühlen im trockenen Zustande kann immer noch fein sein, aber nicht fettig; mit dem Fingernagel gestrichen glättet er sich nicht mehr, im nassen Zustande besitzt er einige Formbarkeit, ohne zäh zu sein. Seine Farbe ist gelblichgrau oder gelblichbraun. Hinsichtlich seiner physikalischen Eigenschaften steht er in der Mitte zwischen Thon und Sand und bildet, besonders wenn er etwas kalkhaltig und humusreich ist, den unter allen Umständen fruchtbarsten Boden. — Krutzsch sagt darüber: „Wie auch die Jahreswitterung sei, er hält sich weder zu naß, noch zu trocken, ist weder zu locker, noch zu verschlossen, weder zu heiß, noch zu kalt, er nimmt die atmosphärischen Niederschläge leichter auf als der Thonboden und hält in der Verdunstung das rechte Maß. Nach einer Reihe von trockenen und nassen Jahren ist daher die Summe seines Ertrages stets die größte.“

Der fruchtbarste ist natürlich der humose Lehm Boden, alle anderen Beimengungen vermindern, sobald sie vorherrschend werden, die durchschnittliche Fruchtbarkeit, doch zeigt sich in nassen Jahren der sandige (mit 60 — 70 Procent Sand) und der mergelige Lehm Boden fruchtbarer als der von mittlerer Mengung. Großer Eisengehalt und Salzgehalt vermehren unter keinerlei Umständen die Fruchtbarkeit des Lehm Bodens.

§. 491.

3. Sandboden.

Vorherrschend aus Kieselerde bestehend. Sandboden enthält wenigstens 70 Procent Sand, der Rest sind abschwemmbar thonige oder erdige Theile. Der Sand selbst besteht gewöhnlich aus Quarz, doch enthält er auch Glimmerblättchen oder verwitterte Feldspathbröckchen,

in welchem letzteren Falle er sich dann dem nähert, was man Grus nennt und was namentlich unmittelbar aus der Verwitterung granitischer Gesteine entsteht. Höchst feiner lockerer Sandboden wird auch Flugsand genannt.

In Beziehung auf die physikalischen Eigenschaften ist der Sandboden ganz das Gegentheil des Thonbodens. Luft-, Wasser- und Temperaturwechsel erfolgen schnell. Er trocknet deshalb leicht aus und wird zu heiß. Die Bearbeitung des Sandbodens ist leicht, aber er consumirt viel Dünger und artet deshalb im uncultivirten Zustande oft in unfruchtbaren Boden aus, wovon die Sandwüsten Beispiele liefern. Als Waldboden eignet sich der reine Sandboden besonders für genügsame Holzarten, wie Kiefern und Birken; doch wachsen, wo es ihm nicht an Feuchtigkeit fehlt, auch Eichen und Buchen üppig darin.

Jede beträchtliche Beimengung von Thon, Lehm oder Humus erhöht die Fruchtbarkeit des Sandbodens außerordentlich; auch der mergelige Sandboden (mit 4—6 Procent) Mergel ist fruchtbarer als der reine; dagegen zeigt sich der kalkige, eisenschüssige und salzige zuweilen noch dürrer, hitziger, oder der Vegetation ungünstiger als der ziemlich reine in einigermaßen feuchter Lage, der grobe Sandboden, welcher in Kies- und Geröllboden übergeht, ist sehr unfruchtbar, da die einzelnen vom Wasser abgerundeten Geschiebe der Verwitterung äußerst schwer zugänglich sind.

§. 492.

4. Kalkboden.

So nennt man einen Boden, der über 60 Procent kohlensauere Kalkerde enthält. Ist der Kalkgehalt geringer und herrscht Thon oder Lehm vor, so ist es ein mergeliger Kalkboden, herrscht Sand (15—30 Procent) vor, ein sandiger, herrscht Humus vor, ein humoser Kalkboden. Die Bestimmung des Kalkgehaltes kann am besten durch Auflösung eines bestimmten Gewichtstheiles des Bodens in verdünnter Salzsäure und Fällung der kohlensaueren Kalkerde mit kohlensauerem Kali erfolgen.

Der reine Kalkboden erhitzt sich leicht und stark, ist daher zum Austrocknen geneigt und ähnelt in dieser Beziehung dem Sandboden. Am günstigsten gestalten sich die Vegetationsverhältnisse auf dem thon- oder lehmhaltigen mergeligen Kalkboden, sowie auf der andern Seite Kalkerde die beste Beimengung für den Thonboden ist.

§. 493.

5. Mergelboden.

Krutzsch nennt ein thoniges, lehmiges oder sandiges Bodengemenge kalkhaltig, wenn es 1 — 10 Procent, mergelig, wenn es 10 — 20 Procent, Mergel, wenn es 20 — 60 Procent, Kalkboden aber, wenn es mehr als 60 Procent kohlen-sauere Kalkerde enthält.

Mergel ist stets eine Verbindung von Kalk und Thon; je nachdem der eine oder andere Bestandtheil vorherrscht, nennt man ihn kalkig, thonig oder lehmig; tritt viel Sand hinzu, so heisst man ihn sandig, mit Humus humos; vieler Mergel ist auch talkerdehaltig, dolomitisch; an Meeresküsten und in der Nähe von Salzquellen ist er zuweilen salzig. Eigentlicher Mergel zerfällt an der Luft, der daraus entstandene Boden ist leicht bearbeitbar und fruchtbar.

§. 494.

6. Gypsboden.

Der reine Gypsboden mit mehr als 60 Procent Gyps kommt selten vor und ist sehr unfruchtbar; werden aber die Beimengungen von Kalk, Thon und Lehm ganz überwiegend, so erlangt der Gypsboden dadurch zuweilen eine große Fruchtbarkeit.

§. 495.

7. Talkboden.

Reiner Talkboden, mit vorherrschendem Talkgehalte, findet sich nur auf Talkschiefer; seine Fruchtbarkeit ist sehr gering. Mit Lehm oder Thon gemengt, wird er zum lehmigen oder thonigen Talkboden. Kalkiger und mergeliger

Talkboden entsteht namentlich aus der Verwitterung des Dolomites; er enthält gewöhnlich 10—20 Procent kohlensauere Talkerde, ist locker und fruchtbar und scheint namentlich das Wachsthum von Flachs, Hanf und Rüben zu begünstigen.

§. 496.

8. Humusboden.

Dahin können alle die angeführten Bodenarten gerechnet werden, wenn sie mehr als 20 Procent Humus enthalten. Daher die Benennungen lehmiger (mit 20—50 Procent Lehm), thoniger (mit 20—50 Procent Thon), sandiger (mit 20—50 Procent Sand), kalkiger (mit 5—20 Procent Kalk) und mergeliger (mit 10—20 Procent Mergel) Humusboden. Ist der Humusgehalt geringer als 20 Procent, so werden die unter 1 bis 7 beschriebenen Bodenarten bei weniger als 10 Procent Humus humusarm, bei 10—15 Procent humusreich und bei 15—20 Procent humos genannt. Reiner Humusboden besteht zuweilen fast ganz aus organischen Resten; in diesem Falle sind aber wieder wesentlich zu unterscheiden:

1) milder Humusboden,

2) sauerer Humusboden (Moorboden) und

3) adstringirender Humusboden (Haideboden).

Der erstere ist der wirklich und fast absolut fruchtbare. Die letzteren beiden sind an und für sich keineswegs fruchtbar, sondern bedürfen erst zweckmäßiger Mengung und Bearbeitung, um fruchtbar zu werden. Der Moorboden enthält nämlich freie Humussäure und der Haideboden Gerbestoff, welche auf die Vegetation nachtheilig einzuwirken scheinen.

§. 497.

Die vorstehenden Bodeneintheilungen sind in der Natur niemals scharf begrenzt aufzufinden; auch kann eine solche Skala überhaupt nur dazu dienen, den Gegenstand übersichtlicher zu machen. — Bei der praktischen Beurtheilung der Bodenarten kommt es auf 1 oder 2 Procent eines Bestandtheiles mehr oder weniger nicht an; deshalb mag auch

vorläufig diese noch keineswegs sehr logisch geordnete Eintheilung genügen, bis die Untersuchungen und Erfahrungen über diesen Gegenstand eine gründlichere Bearbeitung verstaten. Ueberhaupt aber bezweckt dieser flüchtige Blick auf die Lehre von der Bodenbeschaffenheit nichts weiter als eine Andeutung, in wieweit die Geognosie hier in das praktische Leben etwa einzuwirken vermag. Selbstverständlich ist es z. B., daß die hier als günstig gepriesenen Verhältnisse der Bodenmengung zuweilen auch künstlich hergestellt werden können, wenn mancherlei Bodenarten in derselben Gegend vorkommen.

§. 498.

Ober- und Untergrund.

Unter Obergrund wird die eigentliche Bodenkrume verstanden, insoweit sie aus einerlei Mengung besteht. Unter ihr beginnt der Untergrund. Der Obergrund (die Bodenkrume), welche zu einer der oben beschriebenen Bodenarten zu rechnen ist, kann nun aber außer dem lockeren Boden mehr oder weniger feste Steine enthalten; hiernach nennt man ihn:

- 1) nicht steinig, wenn keine oder doch nur wenige Steine darin sind,
- 2) etwas steinig, wenn die Masse der Steine etwa ein Viertheil so viel ausmacht, wie die der Bodenkrume überhaupt,
- 3) steinig, wenn das Verhältniß von Steinen und wirklichem Boden ungefähr ein gleiches ist, und
- 4) sehr steinig, wenn die Steine überwiegen.

Je nach der Dicke des Obergrundes nennt man den Boden:

- 1) sehr flachgründig, bei 1 bis 3 Zoll Tiefe,
- 2) flachgründig, bei 3 bis 6 Zoll Tiefe,
- 3) ziemlich tiefgründig, bei 6 bis 9 Zoll Tiefe,
- 4) tiefgründig, bei 9 bis 12 Zoll Tiefe, und
- 5) sehr tiefgründig, bei mehr als 12 Zoll Tiefe.

§. 499.

Der Untergrund besteht aus lockeren oder festen Gesteinen, welche näher zu bezeichnen sind. Aufser ihrem Festigkeitsgrade und ihrer Zusammensetzung kommen aber auch die Structurverhältnisse derselben in Rücksicht, welche durch ihr Verhalten gegen Wasser u. s. w. von wesentlichem Einflusse auf die Fruchtbarkeit sein können. Zuweilen fehlt die Bodenkrume ganz, und der Untergrund ragt als Felsen frei zu Tage, was natürlich der Vegetation höchst ungünstig ist.

§. 500.

Bodenbedeckung.

Für den Waldboden ist auch die Art der Bedeckung durch niedere Pflanzen ein sehr wichtiger Umstand, und oft läßt dieselbe schon ziemlich sicher auf die Natur des Bodens selbst schliessen, da sie (einmal vorhanden) nicht nur auf seine Fruchtbarkeit rückwirkt, sondern auch ursprünglich von seiner Natur und Fruchtbarkeit bedingt wird.

- 1) Auf den schlechtesten Boden läßt in Deutschland eine Bedeckung mit bloßen Flechten schliessen.
- 2) Schon etwas besseren, aber immer noch schlechten Boden bezeichnen Moose, Haide, Heidelbeeren und Preiselbeeren, wobei natürlich ein dürftiger Zustand derselben einen noch schlechteren Grad ausdrückt als ein üppiger.
- 3) Eine mittlere Bodenbonität verrathen die gewöhnlichen Waldgräser, Schmielen, Binsen u. s. w.
- 4) Guten Boden bezeichnen z. B. der Sauerklee, die Waldrebe, die Himbeere, die Tollkirsche u. s. w. und zwar um so besseren natürlich, je üppiger sie gedeihen.

Diese verschiedenartigen Bedeckungen des Waldbodens sind aber, wie erwähnt, nicht nur Verräther der Bodenqualität, sondern sie wirken auch selbst durch den Zustand ihrer gröfseren oder geringeren Verfilzung auf die Culturfähigkeit desselben und auf die Wachstumsverhältnisse der jungen Pflanzen ein.

§. 501.

L a g e .

Es ist hier nicht von der allgemeinen geographischen Lage, von Breitegraden und Höhen über dem Meere die Rede, deren Berücksichtigung mehr der physikalischen Geographie und Atmosphärologie angehört, sondern nur von der örtlichen Gestalt und Neigung der Bodenoberfläche. Es kann diese letztere nämlich entweder im Allgemeinen eben oder uneben, horizontal (wagerecht) oder geneigt sein; im letzteren Falle sind noch zu bestimmen die Richtung und der Grad der Neigung, erstere nach den Himmelsgegenden: östlich, westlich, südlich, nördlich u. s. w., die letzteren nach Graden, indem man

1 — 5° Neigung sanft abhängig,

5 — 10° „ mäßig steil,

10 — 15° „ steil,

15 — 20° „ sehr steil,

20 — 40° „ außerordentlich steil

nennt. Unter mehr als 40 Grad Neigung bleibt Boden kaum noch liegen, und er ist schon von 35 Grad an uncultivirbar.

§. 502.

Feuchtigkeitszustand.

Man hat zur Bezeichnung desselben folgende Ausdrücke, deren Bestimmungen sich auf den Zustand des Bodens bei gewöhnlichem Witterungsverlauf beziehen. Man nennt nämlich einen Boden nach Krutzsch:

1) dürr, wenn er in gewöhnlichen trockenen Zeiten nicht so viel Feuchtigkeit enthält, daßs er dadurch dunkler gefärbt wird, wenn er von Ansehen und Anfühlen aschenartig ist;

2) trocken, wenn er zwar in einiger Tiefe eine dunklere Färbung hat, aber, in der Hand gedrückt, kein Gefühl der Feuchtigkeit durch Kühlung giebt;

3) frisch, wenn man ihn feucht und kühlend in der Hand fühlt und wenn er zugleich eine lebhaft dunkle Färbung hat;

- 4) nässend oder netzend, wenn bei dem Zusammen-
drücken in der Hand Feuchtigkeit an der Haut zurück-
bleibt;
- 5) sumpfig, wenn das Wasser tropfenweise ausgedrückt
werden kann.

§. 503.

Elemente der Fruchtbarkeit.

Suchen wir nun alle die einzelnen Beziehungen, welche auf die Fruchtbarkeit des Bodens einwirken, zusammenzustellen, so ergibt sich, daß es ungefähr folgende sind:

Die Pflanzenwurzeln bedürfen eines gewissen Raumes zur Ausbreitung; dieser wird besonders durch die Dicke oder Tiefgründigkeit des Bodens bedingt; indem sie ihn durchdringen, haben sie, je nach seiner Bindigkeit oder Lockerheit und Mengung mit Steinen, mehr oder weniger Hindernisse zu überwinden.

Da Wärme und Feuchtigkeit überhaupt einen großen Einfluß auf die Vegetation ausüben, so sind auch die Wärme- und die Feuchtigkeits-Capacität des Bodens von großer Wichtigkeit, und diese gerade hängen wesentlich von der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung aus den einzelnen Erden ab, indem dieselben mehr oder weniger gute Wärme- und Feuchtigkeitsleiter sind. — Die Pflanzen entnehmen unstreitig aus dem Boden einen Theil ihrer Nahrung oder werden wenigstens durch dessen Gehalt mehr oder weniger im Wachstume unterstützt; defshalb ist auch seine chemische Zusammensetzung von außerordentlichem Einflusse auf das Gedeihen derselben.

§. 504.

Alle Pflanzen bedürfen zu ihrer Nahrung vorzugsweise Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, außerdem Stickstoff und gewisse Salze, Erden oder Metalloxyde, welche letztere (die Salze, Erden und Metalloxyde) je nach den Pflanzenspecies verschieden sind. Diese Stoffe werden von den Pflanzen theils aus dem Boden, theils aus der Atmosphäre im gas- oder tropfbarflüssigen Zustande aufgenommen und zum Theil assimilirt, zum Theil wieder ausgeschieden. Auf

dem Vorhandensein und dem Zustande dieser zum Wachstume der Pflanzen nothwendigen Stoffe beruht daher vorzugsweise die Fruchtbarkeit des Bodens. Wissenschaftliche Aufklärungen hierüber verdanken wir erst der neueren Zeit und namentlich den Arbeiten J. Liebig's, deren Resultate zuerst in seinem Buche: „die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie“ (Braunschweig 1840) zusammengestellt sind. Diesem ersten Anstofs sind dann andere Chemiker und Pflanzenphysiologen gefolgt, so dafs jetzt schon eine reiche Literatur über diesen Gegenstand existirt, in welcher besonders die Arbeiten von Moleschott, Stöckhardt, Schleiden, Hartig höchst beachtenswerth sind.

§. 505.

Die Pflanze lebt theils unter, theils über der Erde; sowohl die Wurzeln, als die Blätter nehmen Nahrung auf, erstere aus dem Boden, letztere aus der Luft. Die keimende Pflanze wird anfangs nur aus dem Boden oder aus den Bestandtheilen des Samenkornes ernährt; die vollständig entwickelte bedarf verhältnismäfsig nur sehr wenig noch aus jenem und kann in einzelnen Fällen durch blofses Begiefsen der Blätter ohne Wurzelnahrung erhalten werden.

§. 506.

Den Kohlenstoff nimmt die Pflanze meist in Verbindung mit Sauerstoff, als Kohlensäure auf, indem dadurch zugleich die durch den Lebensprocefs der Thiere und durch Verbrennung fortwährend erzeugte Kohlensäure aus der Atmosphäre wieder entfernt und durch frei werdenden Sauerstoff ersetzt wird. Den meisten Kohlenstoff nehmen daher die Pflanzen durch die Blätter aus der Luft auf, einige jedoch auch durch Zersetzung des Humus, dessen kleinste Theilchen sich auf Kosten des Sauerstoffes der Luft mit kleinen Hüllen von Kohlensäure umgeben, sobald die Bodenbeschaffenheit dies gestattet.

Den Sauerstoff enthalten die Pflanzen in sehr verschiedenartigen Verbindungen (Kohlensäure, Wasser, Salze, Metalloxyde u. s. w.) zugeführt, theils aus der Luft, theils

aus dem Boden; ein großer Theil des Aufgenommenen wird, wie erwähnt, von ihnen wieder ausgeschieden.

Den Wasserstoff erhalten sie durch Zersetzung des Wassers, welches sie durch Blätter und Wurzeln einsaugen.

§. 507.

Der Stickstoff kommt den Pflanzen höchst wahrscheinlich größtentheils in Gestalt von Ammoniaksalzen zu, und darauf beruht am meisten die Wirkung des organischen Düngers, sowie selbst des Gypses. Der Gyps fixirt nämlich durch Zersetzung in der Atmosphäre enthaltenes Ammoniak als lösliches schwefelsaueres Ammoniak, welches dann von den Wurzeln und Blättern aufgenommen werden kann. Ammoniak, welches der Atmosphäre nie ganz fehlt, wird ferner wohl auch unmittelbar von den Blättern aufgesaugt oder durch Regen den Wurzeln zugeführt. Dieser Ammoniakgehalt der Atmosphäre, durch den Lebensproceß und die Verwesung der Thiere entstehend, reicht zwar für Wälder, bei denen es vorzugsweise auf Erzeugung von Kohlenstoff ankommt, nicht aber für Culturpflanzen hin, namentlich nicht für gewisse Cerealien, deren Nährungsfähigkeit vorzüglich auf ihrem Stickstoffgehalt beruht. Deshalb führt man den Aeckern durch Dünger fortwährend neues Ammoniak zu, und daher kommt es, daß der ammoniakreichste Dünger (Menschen - Excremente, Urin, Guano) auch der wirksamste ist.

§. 508.

Von Salzen, Erden und Metalloxyden bedarf die eine Pflanze mehr, die andere weniger, die eine diese, die andere jene, fast alle aber haben davon nöthig; sie entnehmen dieselben aus dem Boden und gedeihen nicht, wenn sie dieselben da nicht vorfinden. Die meisten Pflanzen bedürfen Kali- oder Natron - Salz; die Gräser enthalten es gewöhnlich als kieselsaueres Kali. Die Salzpflanzen enthalten salzsaueres Natron (Kochsalz). Viele Pflanzen bedürfen phosphorsauere Kalk- oder Talkerde, andere Eisen-oxyd u. s. w. Daher kommt es, daß reiner Sand-, Kalk-, Gyps- und Talkboden unfruchtbarer sind als gemischte Bodenarten, namentlich als solche, die aus der Verwitterung feldspath-, augit-, hornblende- oder glimmerhaltiger und dadurch kali-

oder natronreicher Gebirgsarten entstanden sind. Dadurch ist ferner zum Theil die Wirkung der Bodenbearbeitung, des Bracheliegens der Felder und der Wechselwirthschaft zu erklären. Durch die Bearbeitung des Bodens wird der Luftzutritt in das Innere desselben befördert, die Verwitterung (Zersetzung) schreitet vor, es entstehen wieder neue Sauerstoffverbindungen (Salze), und diesen neuen Bildungen gestattet das Bracheliegen eine längere Zeit, in welcher sich ein gehöriger Vorrath der nöthigen Stoffe anhäuft; aber der Zweck wird oft eben so vollkommen und mit weit mehr Vortheil erreicht, wenn man statt der Brache solche Feldfrüchte auf einander folgen läßt, die ungleiche Bestandtheile aus dem Boden entnehmen und verschiedenartige Stoffe ausscheiden; deshalb ist in den meisten Ländern der Fruchtwechsel an die Stelle der Brache getreten. Ein ähnliches Bedürfnis der Ruhe oder des Wechsels zeigt sich oft auch in den Wäldern. Wo lange Buchenholz erzogen worden ist gedeiht dasselbe nicht mehr; man ist genöthigt, Nadelholz an seine Stelle zu bringen, und umgekehrt. Dieses entnimmt nun dem Boden andere Bestandtheile und bildet andere Secretionen, während durch Verwitterung nach und nach wieder ein Vorrath der früher verbrauchten entsteht. Die Mannichfaltigkeit der Zusammensetzung der Gesteine und ihr lebhafter Verwitterungsproceß tragen daher wesentlich zur Fruchtbarkeit bei. Ist in einem Boden die Zersetzung vollendet und sind ihm alle jene der Vegetation günstigen Bestandtheile schon entzogen, so tritt dann der Zustand ein, in welchem man ihn ausgetragen, todt oder unthätig nennt; bloßer Humus, der überhaupt in unzersetztem Zustande nicht auf die Pflanzen wirkt, würde solchem Boden seine Fruchtbarkeit noch nicht wiedergeben, wenn er nicht, sowie der Dünger, in der Regel auch jene Salze enthielte, die als wesentliche Bestandtheile der Pflanzen anzusehen sind.

§. 509.

Verhalten der Gesteine zur Vegetation.

Noch bestehen erst wenige Erfahrungen über die specifische Einwirkung der einzelnen Gebirgsarten auf die Vege-

tation. Wir haben auch in §. 476 gesehen, daß die von den Geognosten unterschiedenen Gesteinsarten ein constantes Verhalten gar nicht erwarten lassen. So viel scheint sich aber doch schon herausgestellt zu haben, daß tiefgründiger, lockerer und humusreicher Boden stets fruchtbar und den meisten Pflanzen zuträglich ist, möge er nun aus einer Gebirgsart entstanden sein, aus welcher er immer wolle, und ebenso giebt es nur wenige Pflanzen, die vorzugsweise an ganz bestimmte Bodenbestandtheile gebunden sind, oder auf besonderen Gebirgsarten ganz vorherrschend gedeihen. Das ist auch sehr natürlich, denn die Hauptnahrungsmittel der Pflanzen: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, sind von der chemischen Zusammensetzung der Gesteine ziemlich unabhängig, die übrigen (Salze, Erden und Metalloxyde) aber sind theils nur in geringer Menge nöthig, in welcher sie fast überall gefunden werden, theils scheinen sich einige derselben gegenseitig vertreten zu können; auch enthält der aus Verwesung von Vegetabilien entstandene Humus gewöhnlich genug davon, um durch seine Zersetzung diese Stoffe zu liefern. Nur einzelne Pflanzen — wie die Salzpflanzen — bedürfen so viele besondere Stoffe, daß sie nicht überall gedeihen können, und nur einzelne Gesteine sind von so durchaus einfacher Zusammensetzung, daß sie ohne fremde Beimengung der Pflanzen nicht hinreichende Nahrung darbieten.

§. 510.

Im Allgemeinen kann man wohl sagen: die Gesteine liefern einen um so fruchtbareren Boden, je mannichfacher sie zusammengesetzt sind, und je mehr Alkalien und phosphorsauere Erden oder Salze sie enthalten. Ganz einfache Gesteine, wie Quarzfels, Gyps und dergl., sind, wenn sie nicht wenigstens Beimengungen enthalten, beinahe absolut unfruchtbar und verwittern auch sehr schwer. Je größer die Zahl der sie zusammensetzenden Mineralien ist, desto größer ist meist auch die Zahl ihrer elementaren Bestandtheile, und um so leichter verwittern sie. Besonders wichtig sind aber die Alkalien enthaltenden Mineralien, wie Feldspath, Hornblende,

Augit, Glimmer u. s. w., sowie die phosphorsäurehaltigen. Daher kommt es denn auch, daß ganz im Allgemeinen die Eruptivgesteine einen fruchtbareren Boden liefern als die von Wasser abgelagerten Schichtgesteine, wovon jedoch viele einzelne Ausnahmen stattfinden, wie z. B. der Lehm, der Kalkerde und Alkalien enthält, beinahe den allerfruchtbarsten Boden liefert, während manche versteinerungsreiche Schichten wegen ihres Gehaltes an phosphorsauerem Kalk sogar als Düngemittel benutzt werden können.

§. 511.

Die wesentlichsten Bestandtheile aller Gesteine sind: Kieselerde, Thonerde, Kalkerde, Talkerde, Alkalien, Eisenoxyd und Kohlen (nebst Bitumen). Diese Substanzen sind nun aber in den einzelnen Gesteinen in sehr ungleichen Mengen vorhanden, und hiernach lassen sich alle Gesteine unterscheiden in:

1. Silicatgesteine, in welchen vorherrschend Kieselerde mit Thonerde, Kalkerde, Talkerde, Alkalien und Eisenoxyd verbunden sind. Hierzu gehören alle Eruptivgesteine, wie Granit, Porphyr, Grünstein, Basalt, und die meisten krystallinischen Schiefer, wie Gneifs, Glimmerschiefer, Talkschiefer u. s. w. Sie alle zeigen eine unter sich sehr ähnliche, fast nur quantitativ verschiedene Zusammensetzung. Sie sind naturgemäfs die Urgesteine, aus welchen die übrigen durch Zersetzung (Entmischung) und neue Vertheilung der Bestandtheile hervorgingen; doch können sie eben so gut regenerirte sein, so vielleicht die krystallinischen Schiefer.

2. Thongesteine, in welchen Kieselerde und Thonerde vorherrschen; sie gehören offenbar zu den nur theilweise regenerirten, ihre Bestandtheile sind Zersetzungsproducte der feldspathreichen Eruptivgesteine. Der am meisten charakteristische Unterschied von den vorigen ist der Mangel an Alkalien. Thon, Lehm, Schieferthon, Thonschiefer und dergl. gehören hierzu.

3. Kieselgesteine, in welchen die Kieselerde ganz vorherrscht. Diese rührt wahrscheinlich aus den ersteren Gesteinen her, ist aber theils durch Auflösung und Niederschlag regenerirt, so in den eigentlichen Kieselgesteinen wie Quarz-

fels und dergl., theils durch mechanische Aus- und Zusammenschwemmung, so in den Sandsteinen.

4. **Kalkgesteine**, in welchen die Kalkerde ganz vorherrscht, sei es im kohlensauerem oder im schwefelsauerem Zustande (Kalkstein und Gyps). Diesen schliessen sich aber ganz innig die dolomitischen Gesteine an, welche zugleich viel Talkerde enthalten. Auch von der Kalk- und Talkerde aller dieser Gesteine ist es nicht unwahrscheinlich, daß sie ursprünglich aus Silicatgesteinen abstammen, wo dieselben aber nicht im kohlen- oder schwefelsauerem Zustande vorhanden waren.

5. **Alkaliengesteine** oder Salze; von diesen findet sich fast nur das Steinsalz (Chlornatrium) in bedeutender Ausdehnung, und es würde mindestens sehr gewagt sein, seinen Ursprung ganz aus den Silicatgesteinen ableiten zu wollen, in denen allerdings etwas Natron vorhanden ist; noch gewagter als bei den Kalkgesteinen.

6. **Kohlengesteine**, in welchen Kohlenstoff ganz vorherrscht. Dieser ist in den Silicatgesteinen nicht als etwas Wesentliches vertreten, scheint in den krystallinischen Schieferen (als Graphit) sogar erst von umgewandelten Kohlengesteinen herzurühren. Es ist kaum anders denkbar, als daß derselbe erst durch den organischen Lebensproceß aus der Atmosphäre in die feste Erdkruste gekommen ist.

§. 512.

Eine solche Unterscheidung ist nun allerdings von allgemeiner Wichtigkeit für die Bodenbildung und Bodenwirkung der Gesteine, wobei jedoch die beiden letzteren Klassen meist als ziemlich unwesentlich erscheinen, wegen ihrer geringen räumlichen und namentlich oberflächlichen Verbreitung. Doch erlangen ihre Bestandtheile einige Wichtigkeit, wenn sie als Beimengung in anderen Gesteinen auftreten, und zwar die Salze als solche (nicht blos Chlornatrium), der Kohlenstoff in Verbindung mit anderen Stoffen als Bitumen oder als Humus.

§. 513.

Mineralischer Dünger.

Es kann hier nicht meine Absicht sein, diesen neuerlich

so vielfach bearbeiteten Gegenstand als solchen zu besprechen, nur aufmerksam will ich darauf machen, welchen Einfluß darauf geognostische Kenntnisse etwa haben können.

Der Geognosie gehört vor allem die Bestimmung der Felsarten an, aus welchen der Boden abstammt, durch Zersetzung hervorgegangen ist. Der Chemiker hat womöglich die Felsart und den Boden zu analysiren. Der Agronom wird dann erkennen, welche Bestandtheile seinen Zwecken günstig oder ungünstig wirken, und welche etwa fehlen oder in zu geringem Verhältniß vorhanden sind. Besteht das Fehlende aus Substanzen, welche sich massenhaft als Gesteine, oder auch nur in gewisse Gesteine vertheilt, in der festen Erdkruste vorfinden, wie z. B. aus kohlensauerem Kalk, phosphorsauerem Kalk, aus Mergel, Gyps, Thon, Sand u. s. w., so ist nun wieder die Geognosie an der Reihe, ihren Rath zu ertheilen, wo und wie man diese Substanzen aufzusuchen hat, und ob überhaupt in der Nähe Hoffnung zu ihrer Auffindung vorhanden ist.

§. 514.

Für die Forstwirthe will ich indessen hier doch noch mit wenigen Worten der interessanten Versuche gedenken, welche Chevandier über mineralogische Walddüngung seit 1847 angestellt und 1851 der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgelegt hat (*Comptes rendues* T. 33. p. 633). Chevandier hat vergleichende Versuche in den Vogesen auf Sandstein- und Muschelkalkboden angestellt, indem er gleichartige Bestände von Buchen, Fichten, Tannen und Lerchen allemal in drei Abtheilungen zerfällte, von denen er die eine nicht düngte, die andere ein Jahr, und die dritte alle Jahre düngte. Er wendete nachstehende Substanzen als Düngemittel an, und diese zeigten sich für das Wachsthum der Bäume, wie folgt:

1) sehr förderlich: Schwefelcalcium (*oxisulfure de calcium*), Salmiak (*chlorhydrate d'ammoniaque*), Gyps, Holzasche, schwefelsaueres Ammoniak, pulverisirter Mist, Kalk und nicht calcinirte Knochen,

2) zweifelhaft: kohlensaueres Kali, geronnenes Blut, calcinirte Knochen, Eisenvitriol gemengt mit kohlensauerem

Kalk, Salpeter und gleichen Theilen nicht calcinirter Knochen,

3) wirkungslos: kohlensaueres Natron, Salpeter und Seesalz,

4) schädlich: Eisenvitriol und die gleichtheilige Mischung von Eisenvitriol und gebranntem Kalk, sowie von Eisenvitriol und kohlensauerem Kalk.

Von diesen Substanzen, deren billige Erlangung zum Theil natürlich von der Nachbarschaft gewisser Fabriken abhängig ist, wurden etwa 500 Kilogramm auf eine Hektare Boden verwendet. Als Mittel der Vergleichung wurden 5530 Stämme jährlich genau gemessen. Die Zuwachsvermehrung betrug bei den günstig wirkenden 13 bis 100 Procent.

§. 515.

Es versteht sich von selbst, daß die obigen Versuche nicht als abgeschlossen und maßgebend, sondern nur als ein erster Anfang angesehen werden können. Passend schien es mir aber, hier darauf aufmerksam zu machen, und zu wünschen wäre es wohl, daß auch in Deutschland an geeigneten Orten Versuche über künstliche Walddüngungen angestellt würden.

Anderweite praktische Anwendungen der Geognosie.

§. 516.

Die Geognosie läßt sich nicht bloß als Leiterin bei Aufsuchung und Bestimmung einzelner Gesteine anwenden, sondern ihre Lehren und Erfahrungen kommen auch bei gewissen technischen Unternehmungen in Frage, über deren Ausführbarkeit sie oft zum Theil oder ganz entscheiden können. — Dahin gehören z. B. Anlagen von Straßen, Eisenbahnen, Kanälen und artesischen Brunnen.

§. 517.

Kunststraßen setzen nicht nur zu ihrer oberen Bedeckung passende Gesteine voraus, über deren Anwesenheit sich am leichtesten mit Hilfe geognostischer Kenntnisse urtheilen läßt, sondern ihre Anlage erfordert zuweilen auch so tiefe Einschnitte in die Oberfläche, oder solche Wegspreng-

ungen von Felsen, dafs es allerdings von grofser Wichtigkeit ist, im Voraus heurtheilen zu können, wie grofse Hindernisse der innere Gebirgsbau ihnen etwa in den Weg legen dürfte, um danach zu beurtheilen, welche Richtung in zweifelhaften Fällen die vortheilhaftere sein möchte, oder welche Kosten zu erwarten sind. Diese letzteren Beurtheilungen werden in noch viel höherem Grade bei Anlage von

§. 518.

Kanälen und Eisenbahnen eintreten, weil diese ihrer Natur nach oft ein noch viel tieferes Eindringen in die Erdoberfläche nöthig machen. Namentlich ist es in den Fällen, wo Tunnels oder tiefe Einschnitte nöthig sind, von grofser Wichtigkeit, im Voraus zu wissen, welche Gesteine man zu durchbrechen hat, da ausserdem ein nicht erwartetes besonders festes Gestein wohl drei- bis viermal mehr Kosten verursachen könnte, als man, durch die oberflächlichen Gebilde verführt, annehmen zu müssen geglaubt hatte; die Chemnitz-Risaer Bahn hat ein schlagendes Beispiel hierfür geliefert. Der geübte Geognost wird aber in solchen Fällen nicht nur wissen, welche Gesteine zu durchbrechen sind, sondern er wird mit Hilfe der Lagerungslehre oft sogar ziemlich genau beurtheilen können, welche Ausdehnung ein jedes Gestein in der Tiefe des Tunnels oder Einschnittes einnimmt.

§. 519.

Artesische Brunnen. Die Anlage von artesischen Brunnen, welche neuerlich sehr allgemein geworden ist, beruht ganz auf dem hydrostatischen Gesetze, nach welchem Wasser in communicirenden Röhren gleich hoch steigt. Es hängt demnach die Möglichkeit jedes artesischen Brunnens von gewissen Bedingungen des inneren Gebirgsbanes ab, die sich allgemein bezeichnen lassen, und aus diesem Grunde kann man mit einigen geognostischen Kenntnissen jederzeit beurtheilen, ob in irgend einer Gegend ein solcher Brunnen möglich oder wahrscheinlich zu erlangen ist; ja zuweilen wird man sogar die Tiefe ungefähr im Voraus bezeichnen können, in welcher Wasser zu hoffen steht. Auch bei diesen Unternehmungen kann demnach die Geognosie oft von un-

nützen Geld- und Zeitverschwendungen abhalten, zu denen die lockende Hoffnung, springendes Wasser zu erhalten, schon so Manchen verleitet hat, oder sie kann auf der anderen Seite wahre Hoffnungen begründen und in klares Licht setzen.

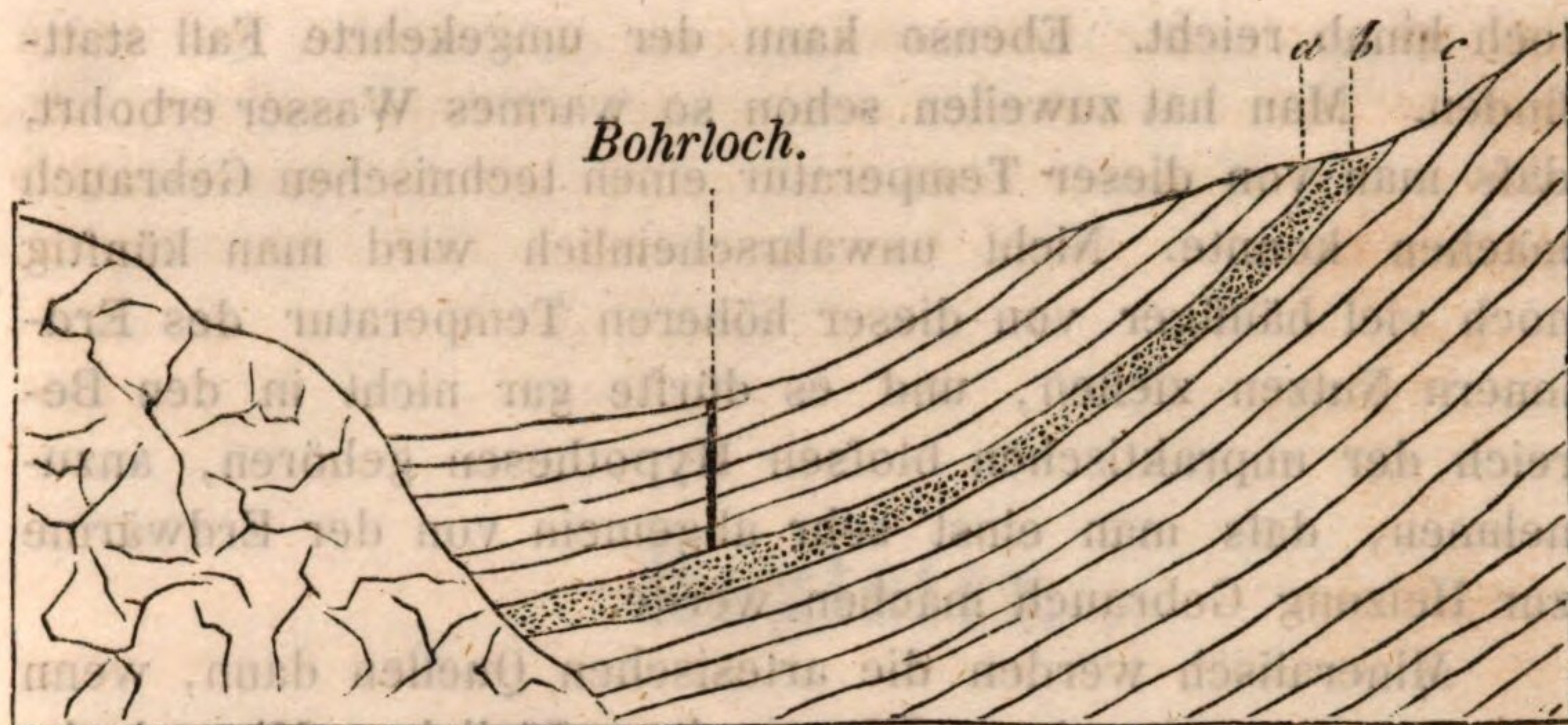
Die Bedingungen, welche erfüllt sein müssen, um einen artesischen Brunnen herstellen zu können, sind im Allgemeinen folgende:

- 1) Es muß in einem höher als der Bohrpunct gelegenen Niveau der Umgegend Wasser in die Erde eindringen.
- 2) Dieses Wasser muß unterirdische Verbindungswege bis unter den Bohrpunct vorfinden, und darf
- 3) in oder unter dem Niveau des Bohrpunctes keinen natürlichen oder künstlichen Ausweg haben, welcher der oben zufließenden Quantität entspricht.

Diese drei allgemeinen Bedingungen können nun auf verschiedene Weise erfüllt sein. Am gewöhnlichsten werden dieselben im Gebiete der Flötzgebirge durch die besondere Lage und abwechselnde Natur der Schichten hervorgerufen. Wenn nämlich irgend eine wasserdurchlassende, z. B. sandige Schicht (*b*) in etwas geneigter Stellung zwischen zwei wasserdichten (z. B. thonigen) Schichten (*a* u. *c*) liegt, so wird das



Wasser, welches in das obere Ansehende der ersteren eindringt, dieselbe bis zu ihrem tiefsten Punkte erfüllen, und wenn es hier keinen oder keinen hinreichenden Ausweg findet, sei es nun wegen muldenförmiger Lagerung, oder wegen Anlagerung der Schichtenausgehenden an ein festes Gestein, so wird



das Wasser in diejenige Spannung gerathen, welche erforderlich ist, um einen artesischen Brunnen zu erzeugen; man braucht dann nur die obere wasserdichte Schicht zu durchbohren, um sogleich einen freiwillig springenden Quell zu erhalten. Dieselben allgemeinen Bedingungen, die in diesem besonderen Falle durch die Lage der Schichtungsflächen erfüllt werden, können aber allenfalls auch durch blofse Klüfte in Massengesteine, oder durch unterirdische Höhlengänge hervorgebracht werden; nur sind diese letzteren Fälle in der Natur ungleich seltener und werden sich auch fast nie im Voraus beurtheilen lassen, wie jener. Während man daher in Flötzgebirgsgegenden oft mit grofser Zuverlässigkeit das Gelingen der Anlage von artesischen Brunnen voraus zu bestimmen vermag, wird dasselbe in Gegenden, wo krystallinische Schiefer- oder Massengesteine herrschen, nur vom Zufall abhängen und im Allgemeinen unwahrscheinlich sein.

Der gewöhnliche Zweck artesischer Brunnen ist, von selbst hervorspringendes trinkbares Wasser zu erlangen; zuweilen ereignet es sich aber, dafs das auf diese Weise erbohrte Wasser warm oder mineralisch ist. Seine Temperatur wird natürlich stets desto höher sein, aus je gröfserer Tiefe es empordringt, da die Temperatur des Erdinnern bekanntlich mit der Tiefe auf 100 Fufs etwa 1° Cent. zunimmt. Zuweilen steigt sogar die Temperatur des Wassers erbohrter Quellen höher, als der Tiefe ihrer Erbohrung entspricht. Dann hat man anzunehmen, dafs das Wasser durch zufällige Spalten aus noch gröfserer Tiefe emporkommt, als das Bohr-

loch hinab reicht. Ebenso kann der umgekehrte Fall stattfinden. Man hat zuweilen schon so warmes Wasser erbohrt, daß man von dieser Temperatur einen technischen Gebrauch machen konnte. Nicht unwahrscheinlich wird man künftig noch viel häufiger von dieser höheren Temperatur des Erdinnern Nutzen ziehen, und es dürfte gar nicht in den Bereich der unpraktischen bloßen Hypothesen gehören, anzunehmen, daß man einst sehr allgemein von der Erdwärme zur Heizung Gebrauch machen werde.

Mineralisch werden die artesischen Quellen dann, wenn ihr Wasser auf seinem Wege mit auflöslichen Mineralsubstanzen in Berührung kommt. In Flötzformationen ist das Kochsalz die häufigste dieser Substanzen, und daher kommt es denn, daß in ihrem Gebiete statt Trinkwasser zuweilen Salzsoole erbohrt wird. — Auch gehören die mit Absicht erbohrten Soolquellen zum Theil ganz in die Kategorie der artesischen Brunnen.

§. 520.

Endlich ist hier noch des allgemeinen Einflusses oder vielmehr der Summe aller Einflüsse zu gedenken, welche der innere Bau des Bodens auf das Leben der Menschen, auf Industrie und Verkehr ausübt. Es ist dieß indessen ein Gegenstand, der hier eben nur erwähnt werden soll, während der Verfasser dieser Geognosie beabsichtigt, denselben in einem besonderen Werke zu bearbeiten.

Register.

- Abdrücke** 65, 67.
Abfallende Schichten 53.
Abnorme Gesteine 105.
Absonderung 41, 77.
Abweichende Lagerung 52.
Accessorische Gemengtheile 22.
Achat 33, 162.
Ader 50.
Aequivalent 87.
Alabaster 32.
Alaunschiefer 34, 174.
Alkaliengesteine 265.
Alluvialgebilde 89.
Alluvium 6.
Alpenkalkstein 93, 95, 96.
Alpenrand 91.
Amphibolith 207.
Anamesit 38, 225.
Andesit 221.
Angeschwemmter Boden 250.
Anhydrit 32, 160.
Anschwemmungen 89.
Anstehendes Gestein 9.
Anthrazit 29, 132.
Anwendung der Geognosie 242.
Aphanit 36, 198, 199, 200.
Aphanitmandelstein 201.
Aphanitporphyr 36, 201.
Aphanitschiefer 201.
Apparate (geognostische) 19.
Arkose 40, 233.
Artesische Brunnen 269.
Asche 148.
Asphalt 29, 134.
Aufgerichtete Schichten 46.
Augengneifs 186.
Augitfels 228.
Augitgesteine 38, 112, 221.
Augitlava 39.
Augitporphyr 38, 227.
Auskeilen 52.
Ausläufer 50.
Ausgehendes 45, 51.
Ausstreichen 45, 51.
Baggertorf 119.
Bank 49.
Basalt 38, 222.
Basaltconglomerat 240.
Basaltgebilde 221.
Basaltischer Grünstein 225.
Basaltlava 39.
Basaltmandelstein 222.
Basalttuff 39, 231.
Basaltwacke 223.
Bau der festen Erdkruste 2, 81.
Baumaterialien 242.
Bauornamente 243.
Beckenförmige Lagerung 53.
Bedeutung der Geognosie 245.
Bekannte Erdoberfläche 11.
Benutzung der Gesteine 242.
Bergmehl 32.
Besteg 51.
Bimsstein 38, 221.
Bimssteinartig 26.
Bindemittel für Mauern 243.
Bindigkeit des Bodens 260.
Bitumen 29, 134.
Bituminöser Dolomit 31.
Bituminöser Kalkstein 30.
Bituminöser Mergelschiefer 34, 170.
Bituminöser Thon 33.
Bituminöses Holz 28, 122.
Blasig 26.
Blättergyps 32, 158.
Blätterig 25.

Blätterkohle 28, 122.
 Boden 250.
 Bodenbedeckung 258.
 Bodenfeuchtigkeit 245.
 Bodenkunde 250.
 Bohnerz 29, 138.
 Bolus 165.
 Brandschiefer 34, 122, 171.
 Brauneisenstein 29, 137.
 Brauner Jura 94.
 Brauner Porphy 209.
 Braunkohle 28, 92, 122.
 Braunkohlensandstein 235.
 Breccie 40, 231, 241.
 Breccienartig 26.
 Breccienporphy 212.
 Brennmaterialien 243.
 Bruchstücke 54.
 Bunter Porphy 212.
 Bunter Sandstein 7, 95, 234.
 Butze 49.

Chloritgneifs 35, 185.
 Chloritschiefer 34, 99, 173, 178.
 Chlornatrium 141.
 Cipollin 35, 147, 180.
 Concentrisch schalig 26.
 Conglomerat 46, 231, 240.
 Conglomeratartig 26.
 Conglomeratartiger Sandstein 233.
 Cylindrische Absonderung 43.

Dach 45.
 Dachschiefer 34, 173.
 Dammerde 250.
 Decksteine 242.
 Deltabildung 89.
 Deutlich gemengte Gesteine 26.
 Diabas 36, 198, 200.
 Diabaspophyr 200.
 Diabasschiefer 200.
 Dichroitgneifs 185.
 Dichroitgranit 35, 191.
 Dicht 25.
 Dichte Massengesteine 108.
 Dichter Dolomit 31.
 Dichter Gyps 32.
 Dichter Kalkstein 30.
 Diluvialgebilde 90.
 Diluvium 6, 90.
 Diorit 36, 198, 200.
 Dioritporphy 200.
 Dioritschiefer 36, 200.
 Disotyl 28, 122.

Dolerit 38, 225.
 Doleritgneifs 238.
 Doleritlava 39.
 Dolomit 31, 144, 145, 156.
 Dolomitischer Kalkstein 31.
 Dolomitmergel 31.
 Domit 37, 218.
 Drusenräume 27.
 Drusig 26.
 Duckstein 148.
 Dünen 89.
 Düngematerialien 243.
 Düngung durch Mineralien 266.
 Durchkreuzung 58.
 Durchsetzung 58.

Einfache Gesteine 21, 22, 28, 111.
 Eisenbahnen 268.
 Eisendolomit 157.
 Eisenglanz 139.
 Eisenglimmer 139.
 Eisenglimmergneifs 35.
 Eisenglimmerschiefer 35, 183.
 Eisengranit 190.
 Eisenkalkstein 31, 149.
 Eisenkies 141.
 Eisenkiesel 32, 161.
 Eisenmulm 139.
 Eisenrogenstein 29, 138.
 Eisenschüssiger Sandstein 233, 235.
 Eisenschüssiger Thonboden 252.
 Eisensteine 29, 135.
 Eisenthon 223.
 Eklogit 36, 206.
 Ellipsoid 50.
 Entblöfungen 9.
 Eocen 91.
 Eocenformation 6.
 Epidosit 191.
 Erbsenstein 31, 147, 151.
 Erbsensteinartig 26.
 Erdig 25.
 Erdiger Dolomit 31.
 Erdöl 134.
 Erdpech 29, 134.
 Erdschlacke 33, 166.
 Erlan 207.
 Erratische Blöcke 90.
 Eruptivgesteine 104, 113, 188.
 Erzführende Grünsteine 207.
 Erzgänge 109.
 Etage 86.
 Euphodit 202.
 Eurit 37, 216.

- Facies** 87.
Fallen 46.
Farbematerialien 243.
Fasergyps 32, 158.
Faserig 25.
Faserkalk 148.
Faserkohle 125.
Felsitporphyr 211.
Felsitschiefer 187.
Feldspathlava 39.
Feldspathporphyr 211, 212, 214, 215.
Felsarten 4, 20.
Felsitfels 37, 216.
Felsittuff 231.
Feuchtigkeitszustand des Bodens 259.
Feuerstein 32, 161.
Filtrirsteine 243.
Filztorf 28, 118.
Flache Gänge 51.
Flaserig 26.
Fleckschiefer s. Knotenschiefer 173.
Flötz 49.
Flötzformationen 81.
Flugsand 236.
Flysch 93.
Formation 87.
Formationen 5, 70.
Formationsbestimmung 83, 85.
Formationsglied 86.
Formationsübersicht 7.
Fraueneis 32.
Fruchtschiefer 34, 173.
- Gabbro** 36, 198, 200, 201.
Gabbroit 36, 200.
Gabbroschiefer 201.
Gagat 29, 125.
Gänge 5.
Gang 50.
Ganggesteine 3, 108.
Gangkreuz 58.
Gangzug 52, 57.
Gebirge 87.
Gebirgsart 20.
Gebrannter Thon 33, 166.
Gelberde 166.
Gemengte Gesteine 21, 22.
Gemengtheile der Gesteine 24.
Geogenie 2.
Geognosie 1, 2.
Geognostische Karten 17.
Geologie 1, 2.
Geröllboden 251, 254.
- Gerölle** 40, 239.
Gestalt der Gesteinskörper 49.
Gesteine 4, 20.
Gesteinsgänge 109.
Gesteinsgebiet 50.
Gesteinslehre 20, 21, 77.
Gesteinsverbindungsformeln 82.
Glanzkohle 29, 132.
Glaskopf 137, 139.
Glasstein 233.
Gleichförmige Lagerung 52.
Gleichzeitigkeitsbestimmung 85.
Glimmerporphyr 37, 214.
Glimmerschiefer 35, 99, 102, 180.
Gneifs 35, 99, 102, 184.
Gneifsbreccie 40.
Gneifsgranit 35, 190, 238.
Gosauschichten 93.
Granatfels 207.
Granatenglimmerschiefer 181.
Granit 35, 112, 189.
Granitbreccie 241.
Granitgesteine 189.
Granitgneifs 186.
Granitgrus 238.
Granitporphyr 37, 210.
Granitsyenit 196.
Granulit 35, 191, 194.
Granulitgneifs 35, 185, 187.
Granulitschiefer 99, 187.
Graphit 29, 132.
Graphitglimmerschiefer 134, 181.
Graphitgranit 190.
Graphitschiefer 134.
Grastorf 28.
Grauer Gneifs 186.
Graustein 38, 225, 227.
Grauwacke 7.
Grauwackenconglomerat 240.
Grauwackengruppe 98.
Grauwackenkalkstein 149.
Grauwackensandstein 233.
Grauwackenschiefer 34, 173.
Greisen 35, 191, 194.
Griffelschiefer 34, 173.
Grobkohle 29, 125.
Grünsandstein 40, 233, 235, 236.
Grünstein 36, 112, 197, 198.
Grünsteinbreccie 201.
Grünsteingrus 238.
Grünsteinmandelstein 200.
Grünsteinporphyr 200.
Grünsteinschiefer 36, 200.
Grünsteintuff 39, 231.
Gruppe 87.

- Gruppierung der Schichtgesteine 86.
 Grus 40, 238.
 Guano 243.
 Gyps 32, 144, 145, 157.
 Gypsboden 251, 255.
 Gypsflora 160.
- H**aideboden 256.
 Haidetorf 118.
 Hangendes 51.
 Harnische 56.
 Hauptgesteine 27.
 Hilfsmittel zum Studium der Geognosie 8.
 Hilsbildungen 94.
 Hilsconglomerat 94, 240.
 Hilssandstein 234.
 Hilsthon 94.
 Höhlengebilde 90.
 Hornblendefels 207.
 Hornblendeporphyr 37, 215.
 Hornblendeschiefer 35, 99, 179.
 Hornfels 162.
 Hornfelsschiefer 34, 173.
 Hornstein 32, 161.
 Hornsteinporphyr 211, 212.
 Humoser Thonboden 252.
 Humus 250.
 Humusboden 251, 256.
 Hyalomicta 191.
 Hyperit 36, 200.
 Hypersthenfels 36, 198, 200.
 Hypersthensyenit 36, 196.
- J**aspis 32, 162.
 Itakolumit 35.
 Juraformation 7, 94.
 Juragruppe 94.
 Jurakalk 151.
 Jurasandstein 234.
- K**ännelkohle 125.
 Kalkboden 156, 251, 254.
 Kalkbreccie 31, 148, 241.
 Kalkdiabas 207.
 Kalkflora 153.
 Kalkgesteine 265.
 Kalkglimmerschiefer 35, 99, 180, 183.
 Kalkiger Sandstein 233, 235.
 Kalkiger Thonboden 252.
 Kalkmergel 169.
 Kalkschiefer 148.
 Kalksinter 31, 148, 151.
 Kalkstein 30, 144, 145, 146.
 Kalktalkschiefer 179.
 Kalktuff 31, 89, 148, 151.
 Kanäle 168.
 Kaolin 165.
 Kaolinsandstein 39, 233.
 Karstenit 160.
 Karten 17.
 Kersanton 207.
 Keuperformation 7, 95.
 Keupermergel 95.
 Keupersandstein 234.
 Kies 40, 239.
 Kiesboden 254.
 Kieselgesteine 32, 160, 265.
 Kieselguhr 33, 89, 162.
 Kieselkalkstein 31, 148.
 Kieselsandstein 40, 233, 235.
 Kieselschiefer 32, 161.
 Kieselsinter 33, 162.
 Kieseltuff 33, 162.
 Klingstein 38, 219.
 Klüfte 57.
 Knochenbreccie 40, 241.
 Knotenkalkstein 148.
 Knotenschiefer 34, 173.
 Körnig 25.
 Körnige Massengesteine 108.
 Körniger Dolomit 31.
 Körniger Gyps 32.
 Körniger Kalkstein 30, 147, 149.
 Kohlen 28, 115.
 Kohlengesteine 115, 266.
 Kohlenkalksteine 7, 97, 150.
 Kohlensandstein 234.
 Kohlenschiefer 34, 171.
 Kreide 31, 94, 148, 151.
 Kreidegruppe 93.
 Kreideformation 6.
 Kreuzlinie 58.
 Kreuzung 58.
 Krystallinisch 26.
 Krystallinische Massengesteine 104.
 Krystallinische Schiefer 34, 99, 111, 177.
 Krystallsandstein 233.
 Kugelförmige Absonderung 42.
 Kugelporphyr 212.
 Kunststraßen 268.
 Kupferschiefer 34, 96, 170.
- L**age 258.
 Lager 49.

Lagerung 2.
 Lagerungsformeln 84.
 Lagerungslehre 52, 78.
 Landtorf 28.
 Laubkohle 28, 122.
 Lava 39, 229.
 Lavezstein 179.
 Lehm 33, 166.
 Lehm Boden 250, 252.
 Lehrbücher der Geognosie 18.
 Leiasformation 7, 94.
 Leiaskalk 151.
 Leiassandstein 234.
 Leithakalk 92.
 Leitmuscheln 74, 75.
 Lettenkohle 95.
 Leuzitfels 38, 227.
 Leuzitlava 39, 227.
 Leuzitporphyr 38, 227.
 Lias 94.
 Liegendes 51.
 Lignit 28, 122.
 Linearparallelismus 26, 48.
 Lithographische Steine 244.
 Lockerheit des Bodens 260.
 Löfsformation 90.
 Lose 26.
 Luftsattel 53.
 Lydischer Stein 161.
 Lydit 32, 161.

Mächtigkeit der Schichten 45.
 Magneteisenstein 30, 139.
 Mainzer Becken 92.
 Mandelstein 222, 227.
 Mandelsteinartig 26.
 Mantelförmige Umlagerung 53.
 Marmor 30, 147, 155.
 Massengesteine 3, 4, 104, 188.
 Massiv 50.
 Mauersteine 242.
 Mechanisch gemengt 26.
 Mechanisch gemengte Gesteine 112.
 Melaphyr 38, 227.
 Menakeisenstein 30.
 Mergel 33, 168.
 Mergelboden 251, 255.
 Mergelflora 168.
 Mergeliger Sandstein 233, 235.
 Mergeliger Thonboden 252.
 Mergelkalk 148.
 Mergelkalkstein 30.
 Mergelschiefer 34, 170.
 Metamorphose der Gesteine 113.

Miascit 35, 191.
 Milder Humusboden 256.
 Mineral 20.
 Mineralgänge 109.
 Mineralische Holzkohle 125.
 Mineralischer Dünger 266.
 Mineralquellen 244.
 Miocen 91.
 Miocenformation 6.
 Mittlere Grauwacke 7.
 Modelle (ihr Nutzen) 13.
 Moja 231.
 Molasse 91.
 Molassegruppe 91.
 Molassesandstein 235.
 Moorboden 256.
 Moorkohle 28.
 Moostorf 28, 118.
 Morgengänge 51.
 Mühlsteine 243.
 Mühlsteinporphyr 212.
 Muldenförmige Lagerung 53.
 Muriazit 32, 160.
 Muschelkalk 150.
 Muschelkalkformation 7, 95.
 Muschelmarmor 155.

Nagelfluhe 91, 240.
 Nagelkalk 148.
 Nebengestein 50.
 Neocomien 6, 94.
 Nephelindolerit 38, 226.
 Nest 49.
 Netzgänge 58.
 Niere 49.
 Nordische Geschiebe 90.

Obere Grauwacke 7.
 Obergrund 257.
 Obsidian 38, 221.
 Obsidianporphyr 38, 221.
 Ofenstein 231.
 Omphazitfels 36, 206.
 Oolith 31.
 Ophit 147.
 Ortstein 240.

Paläontologie 65.
 Palagonittuff 39, 231.
 Papierkohle 28, 122.
 Papiertorf 118.
 Parallelepipedische Absonderung 43.

Parallelfornation 87.
 Parallelgebilde 87.
 Parallelisirung 85.
 Pausilipp 231.
 Pechbraunkohle 28, 122.
 Pechkohle 29, 125.
 Pechmatolith 190.
 Pechstein 37, 216.
 Pechsteinporphyr 37, 216.
 Pechturf 28, 119.
 Peperin 231.
 Perlit 221.
 Perlstein 37, 216, 221.
 Perlsteinporphyr 221.
 Petrefactenkunde 65.
 Petrosilex 37, 216.
 Pflastersteine 242.
 Phonolith 38, 219.
 Phonolithtuff 39, 231.
 Pisolith 31.
 Pläner 94.
 Plänerkalk 151.
 Plastischer Thon 164.
 Plattenförmige Absonderung 42.
 Pliocen 91.
 Pliocenformation 6.
 Plutonische Gesteine 104.
 Polirschiefer 33, 162.
 Polirsteine 243.
 Porös 26.
 Porphyrartig 26.
 Porphyrartige Massengesteine 108.
 Porphyrartiger Granit 35, 190.
 Porphyrartiger Gyps 32.
 Porphyrbreccie 40, 241.
 Porphyre 37, 112, 208.
 Porphyrschiefer 38, 219.
 Porphyrtuff 39, 231.
 Porzellanerde 33, 165.
 Porzellanjaspis 33, 166.
 Porzellanthon 164.
 Probirsteine 244.
 Protogin 35, 191, 194.
 Pyromerid 212.

Quaderformation 6.
 Quadersandstein 93, 94, 235.
 Quarz 32, 160.
 Quarzbreccie 241.
 Quarzbrockenfels 32, 161.
 Quarzfels 32, 160.
 Quarzit 32, 233.
 Quarzporphyr 37, 211.
 Quarzschiefer 32, 161.

Quellen 244.
 Quellerz 137.

Ramification 50.
 Raseneisenstein 29, 89, 137.
 Rasenturf 118.
 Rauchwacke 31, 150.
 Rauhwacke 150.
 Regelmäßige Absonderung 42.
 Reibungsbreccie 108, 241.
 Reibungsflächen 56.
 Relatives Alter 61.
 Riesengranit 190.
 Röthel 139.
 Rogenstein 31, 147, 150.
 Rogensteinartig 26.
 Rotheisenstein 29, 138.
 Rother Gneifs 186.
 Rother Porphyr 209, 211.
 Rothliegendes 7, 97, 240.
 Rufskohle 29, 125.
 Rutschflächen 56.

Säulenförmige Absonderung 42.
 Salband 51.
 Salze als Gesteine 141.
 Salzflora 144.
 Salziger Thonboden 252.
 Salzsoole 244.
 Salzthon 30, 141.
 Sammlungen (ihr Nutzen) 13.
 Sand 40, 236.
 Sandboden 251, 253.
 Sandflora 237.
 Sandiger Thonboden 252.
 Sandmergel 169.
 Sandschollen 236.
 Sandstein 39, 231, 232.
 Sandsteinartig 26.
 Sattel 53.
 Sauerer Humusboden 256.
 Schaarung (der Gänge) 58.
 Schalenförmige Absonderung 43.
 Schalsteinschiefer 34, 173.
 Schaumgyps 32, 158.
 Scheinbar gleichartig 26.
 Schichtenköpfe 45.
 Schichtgesteine 3, 4, 5, 6, 81.
 Schichtung 43.
 Schichtungsklüfte 43.
 Schiefergesteine 3, 4.
 Schieferig 25.
 Schieferkohle 29, 125.

- Schieferthon 34, 171.
 Schieferung 44.
 Schlackig 26.
 Schleifsteine 243.
 Schleppung 58.
 Schöpfungsperiode 88.
 Schörlfels 36, 191.
 Schörlquarzit 191.
 Schörlschiefer 35, 36, 183.
 Scholle 50.
 Schollenförmige Einlagerung 54.
 Schreibmaterialien 243.
 Schriftgranit 35, 190, 194.
 Schutt 40, 238.
 Schuttflora 239.
 Schwarze Kreide 173.
 Schwarzer Jura 94.
 Schwarzer Porphy 209, 227.
 Schwarzkohle 28, 125.
 Seetorf 28.
 Septarienthon 93.
 Serpentin 36, 205.
 Silicatgesteine 265.
 Sohle 45.
 Spaatgänge 51.
 Sphärosiderit 30, 140.
 Späthig 25.
 Spatheisenstein 30, 140.
 Spiegelflächen 56.
 Sprudelstein 151.
 Sprung der Verwerfungen 59.
 St. Cassiaschichten 96.
 Stehende Gänge 51.
 Stehender Stock 50.
 Steinkerne 65.
 Steinkohle 28, 125.
 Steinkohlenformation 7, 97.
 Steinkohlengebiete 126.
 Steinkohlengruppe 97.
 Stellvertretende Gemengtheile 22.
 Steinsalz 30, 141.
 Steinsalzglied 95.
 Stichtorf 119.
 Stinkkalk 148.
 Stinkstein 30.
 Störung der Schichtung 48.
 Stock 50.
 Stockförmige Einlagerung 54.
 Stockwerksgänge 58.
 Straßenbausteine 242.
 Streichen 46.
 Streichtorf 28, 119.
 Streifung in Schichten 45.
 Süßwasserkalk 92, 151.
 Süßwasserquarz 161.
 Sumpferz 137.
 Syenit 36, 195.
 Syenitgneifs 35, 196.
 Syenitgranit 191.
 Syenitgrus 238.
 Syenitporphy 37, 210.
 System 87.
 System der Gesteine 27.
 Tafelschiefer 34, 173.
 Talkboden 251, 255.
 Talkgneifs 35, 185.
 Talkkalkschiefer 34, 35, 99, 179.
 Tegel 92.
 Terrain 87.
 Tertiärformationen 91.
 Textur der Gesteine 25.
 Thon 33, 164.
 Thonboden 250, 251.
 Thoneisenstein 30, 140.
 Thongesteine 33, 111, 163, 265.
 Thongyps 158.
 Thoniger Sandstein 232, 235.
 Thonmergel 169.
 Thonschiefer 34, 99, 171.
 Thonstein 166, 231.
 Thonsteinporphy 211, 212.
 Tiefen (bekannte) 10.
 Tiefgründigkeit des Bodens 260.
 Titaneisenstein 30.
 Töpferthon 164.
 Topasfels 191.
 Topfstein 179.
 Torf 28, 117.
 Torfpflanzen 121.
 Trachyt 37, 217.
 Trachytdolerit 221.
 Trachytgesteine 217.
 Trachytgrus 238.
 Trachytlava 39.
 Trachytporphy 37, 218.
 Trachyttuff 39, 231.
 Trapp 227.
 Trappporphy 227.
 Trappsand 233.
 Trafs 231.
 Traventin 31, 148, 151.
 Triasgruppe 95.
 Trippel 33, 162.
 Trum 50.
 Trümerstock 52, 58.
 Trümmergesteine 39, 231.
 Tuff 39, 231.
 Tuffbildungen 108.

Tuffgesteine 39, 230.
 Tuffkreide 151.
 Turf 117.
 Turmalinfels 36, 191.
 Turmalingranit 190.
 Turmalinschiefer 36, 183.

Uebergänge der Gesteine 22, 40.
 Uebergangskalk 149.
 Uebergreifende Lagerung 52.
 Uebersicht der Formationen 7.
 Ulme 51.
 Umbra 122.
 Undeutlich gemengt 26.
 Ungleichförmige Lagerung 52.
 Untere Grauwacke 7.
 Untergrund 257.
 Unwesentliche Gemengtheile 22.

Vegetationswirkung der Gesteine 265.
 Verbindungsformeln der krystallini-
 schen Schiefergesteine 101.
 Versteinerungen 65.
 Versteinerungsleerer Thonschiefer
 101.
 Versteinerungslehre 65, 79.
 Vertheilung der Versteinerungen 70.
 Verwerfung 55, 60.
 Verwitterung 245.
 Verwitterungsboden 250.
 Vulkanischer Tuff 39, 231.

Wacke 36, 166, 200, 223.
 Wackenthon 233.
 Wälderthon 94.
 Walkerde 33, 165, 200.
 Wealden 94.
 Weifser Jura 94.
 Weifsliegendes 96.
 Weifsstein 187, 194.
 Wellenkalk 95.
 Wesentliche Gemengtheile 22.
 Wetzschiefer 34, 173.
 Wetzsteine 243.
 Wieldenformation 7, 94.
 Wieldensandstein 234.
 Wiener Becken 92.
 Wiener Sandstein 93.
 Wiesenerz 137.
 Wurzeltorf 28.

Zechstein 96, 150.
 Zechsteinformation 96.
 Zeichenschiefer 173.
 Zeichnungen (Methode und Nutzen)
 14.
 Zellendolomit 31.
 Zellenkalk 148.
 Zerklüftung 41.
 Ziegel 242.
 Zirkonsyenit 36, 196.
 Zufallende Schichten 53.
 Zusammensetzung der Gesteine 20.

Berichtigungen.

Seite 27 Zeile 12 „Man kann“ sollte eine neue Zeile anfangen.
 „ 29 „ 3 lies Gagat statt Gachat.
 „ 50 „ 14 v. u. lies Trümer statt Trümmer.
 „ 52 „ 7 lies Trümerstöcke statt Trümmerstöcke.
 „ 58 „ 3 lies Trümerstock statt Trümmerstock.
 „ 115 „ fehlt die Hauptüberschrift: I. Einfache Gesteine.
 „ 163 fehlt die Hauptüberschrift: II. Dichte oder krystallinisch
 körnig gemengte Gesteine.

Druck der Teubner'schen Officin in Dresden.

Bayerische
 Staatsbibliothek
 München

Verzeichniss der Gesteine

1.	Torf	28	117
2.	Brunkohle	28	122
3.	Schwarzkohle	28	125
4.	Anthracit	29	132
5.	Graphit	29	133
6.	Asphalt	29	184
7.	Branneisenstein	29	187
8.	Raseneisenstein	29	187
9.	Eisenerzstein	29	188
10.	Bohnerz	29	188
11.	Rotheisenstein	29	188
12.	Magnetitstein	29	189
13.	Spatheisenstein	29	140
14.	Thoneisenstein	29	140
15.	Steinsalz	29	141
16.	Salzhon	29	141
17.	Kalkstein	29	140
18.	Dolomit	31	156
19.	Gyps	32	157
20.	Anhydrit	32	160
21.	Quarz	32	180
22.	Thon	33	161
23.	Lehm	33	166
24.	Thonstein	33	166
25.	Gehauener Thon	33	166
26.	Mergel	33	168
27.	Mergelschiefer	34	170
28.	Schieferthon	34	171
29.	Thonschiefer	34	171
30.	Albanschiefer	34	174
31.	Chlorschiefer	34	178
32.	Talkschiefer	34	179
33.	Hornblendschiefer	35	179
34.	Glimmerschiefer	35	180
35.	Gneiss	35	184
36.	Granulitgneiss	35	187
37.	Granit	35	189
38.	Proterit	35	191
39.	Granit	35	191
40.	Gneiss	35	191
41.	Tornatinsalz	36	194
42.	Syenit	36	195
43.	Granitstein	36	198
44.	Serpentin	36	205
45.	Ektolit	36	206
46.	Granitporphyr	37	210
47.	Quarzporphyr	37	211
48.	Glimmerporphyr	37	214
49.	Hornblende porphyr	37	215
50.	Pelidit	37	216
51.	Pechstein	37	216
52.	Pechsteinporphyr	37	216
53.	Trachyt	37	217
54.	Trachyporphyr	37	218
55.	Phonolith	38	219
56.	Obsidian	38	221
57.	Basalt	38	222
58.	Dolerit	38	225
59.	Leuzidit	38	227
60.	Metall	38	227

Gemengt

mehrere Mineralien bestehend	
gangförmig erkennbar (körnig)	
entweder (dicht) ergiebt sich aus der Textur	
der Natur: Dicht oder uneben	
stark mechanisch	
gemengt	
59. 40.	
58. 40.	
57. 38.	
56. 34.	
55. 34.	
54. 30.	
53. 30.	
52. 30.	
51. 30.	
50. 30.	
49. 30.	
48. 30.	
47. 30.	
46. 30.	
45. 30.	
44. 30.	
43. 30.	
42. 30.	
41. 30.	
40. 30.	
39. 30.	
38. 30.	
37. 30.	
36. 30.	
35. 30.	
34. 30.	
33. 30.	
32. 30.	
31. 30.	
30. 30.	
29. 30.	
28. 30.	
27. 30.	
26. 30.	
25. 30.	
24. 30.	
23. 30.	
22. 30.	
21. 30.	
20. 30.	
19. 30.	
18. 30.	
17. 30.	
16. 30.	
15. 30.	
14. 30.	
13. 30.	
12. 30.	
11. 30.	
10. 30.	
9. 30.	
8. 30.	
7. 30.	
6. 30.	
5. 30.	
4. 30.	
3. 30.	
2. 30.	
1. 30.	

stei

ten.	welche vorzugs- setzen.	Einige synonyme Benennungen und Parallelbildungen in an- deren Ländern.	
bedeckend.		Recente Formationen.	
Rheinland.			
Hessen.	olithe in Hessen und n.	Tertiärgebilde.	
Bonn.	engebirges.		
		Plastischer Thon	
		Tuffkreide von Mastrich. Korallenriffe von Faxö. Grünsand } in England. Gault } Neocomien im Jura.	
Vestphalen.		Wielden in England.	
	ssathales.	Weißer Jura.	Oolithgruppe.
		Brauner Jura.	
		Schwarzer Jura.	
			Portlandgebilde Kimmeridgethon Oxfordoolith Coralrag Oxfordthon <i>Great oolite</i> <i>Marlstone</i>

II. Schichtge

Formationen		Einzelne Glieder	
Alluvialgebilde		Schwemmland der Flüsse, Kalktuff, Läger	
Diluvialgebilde		Nördliche Geschiebe Löss, bestehend aus Lehm, Sand und Kies	
Quaternär	Phocen	Süßwasserkalk und Kiesel Tegel, Thon, Mergel, Sand und Sandstein Braunkohlentuffen und Sand mit Braunkohlentuffen	
	Miocen	Braunkohlensandstein Sapientien Nunmullengesteine	
Tertiär	Kreide	Weisse Kreide mit und ohne Feuerstein Oberer Gypsandstein, hellgelblich	
	Quader	Kalkstein, Mergel und Gypsandstein Unterer Gypsandstein, hellgelblich Hilstein und Hilconglomerat	
Jüngere Tertiär	Neokom	Dunkle Schieferung, Mergel und	
	Wielde	Hellfarbiger Juraalk und Dolomit Brauner Thon mit Mergel, Sandstein, Kalk	
	Feins.	Leinsandstein, hellgelblich oder eisenschwarz Leinsandstein, dunkler binniger Kalk Leinsandstein, dunkler binniger Mergel	
	Jura	Leinsandstein, dunkler binniger Kalk Leinsandstein, dunkler binniger Mergel	
Ältere Tertiär	Keuper	Keupermergel, braun und schieferig, oft in Keuperandstein, grau oder gelblich Keuperkalkstein und Dolomit Leinsandstein, zwischen grauem Schieferstein	
		Oberer und Hauptmuschelkalk, dichter, Gyps, Anhydrit, Thon und Steinseife Wellenkalk (unter Muschelkalk) und Dolomit	
	Muschelkalk	Roth, rother und grauer Schieferstein oder Bunter Sandstein, feinkörnig, gelb, roth- und Rosensteinwischenlagen Brauner Schieferstein	
	Buntsandstein	Stinkstein und Rosenstein Dolomit (Muschelkalk, Hauptkalk), Gyps, Thonstein, dunkler, dichter Stinkstein Bismuthmergel, Mergel und Kupferstein Weissliegendes (roter Sandstein), grauer	
	Zechstein	Conglomerat, Sandstein und Schieferstein Thonstein oder Sandstein, weißlich Kohlenlager	
		Grauer Kohlenand Zwischen Thonstein und Sandstein	
	Rothliegendes	Kohlenlager	
		Conglomerat, Sandstein und Schieferstein	
Älteste Tertiär	Kohlenformation	Conglomerat, Sandstein und Schieferstein	
		Zwischen Thonstein und Sandstein	



Cotta, Bernhard <<von>>,

Praktische Geognosie für Land- und Forstwirthe und Techniker

Dresden 1852

BHS II C 43

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10706896-9